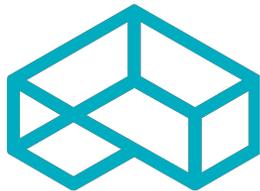


Допуски и посадки, черчение

Февраль 2021



ARCONIC

Innovation, engineered.

Содержание

Содержание :

- 1) [Допуски и посадки гладких цилиндрических соединений](#)
- 2) [Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений](#)
- 3) [Допуски угловых размеров и конусов](#)
- 4) [Допуски и посадки типовых соединений](#)
- 5) [Допуски формы и расположени поверхностей](#)
- 6) [Шероховатость поверхности](#)
- 7) [Методы и средства измерений](#)
- 8) [Чтение чертежей](#)
- 9) [Допуски и посадки типовых соединений](#)

Допуски и посадки цилиндрических соединений (1)

Технологичность изделия можно рассматривать как соответствие его технологических характеристик (например трудоемкость изготовления, использование в конструкции унифицированных и стандартных частей) определенному уровню, определенному для группы схожих изделий, либо уровню, определенному в техзадании.

Взаимозаменяемость означает возможность изделия заменять другое в узле без дополнительной обработки (подгонки). В современном производстве взаимозаменяемыми изготавливают различные детали, узлы и механизмы. В общем случае взаимозаменяемость должна обеспечиваться как по геометрическим, так и по физическим и по физико-техническим параметрам, характеризующим качество детали, узла и прибора в целом. Чтобы обеспечить взаимозаменяемость, параметры деталей, элементов или узлов машин должны отвечать заранее установленной точности. Под **точностью** следует понимать степень соответствия того или иного параметра заданному значению. Точность оценивают погрешностью. **Погрешность** равна разности измеренного и идеального параметров.

Допуски и посадки цилиндрических соединений (2)

Точность деталей по геометрическим параметрам есть совокупность понятий, подразделяющихся по следующим признакам:

- 1) точности размеров элементов;
- 2) точности формы поверхностей элементов (макрогеометрия поверхности);
- 3) точности взаимного расположения элементов.
- 4) шероховатости поверхности (микрогеометрия поверхности);

При разработке конструкции детали, узла или механизма в целом необходимо исходить из того, что погрешности параметров неизбежны, но допустимы в определенных пределах, при которых деталь (узел) еще удовлетворяет требованиям правильной сборки и эксплуатации готового изделия.

Одним из основных признаков точности деталей по геометрическим параметрам является **точность размеров** деталей и их элементов.

Допуски и посадки цилиндрических соединений (3)

Определения, принятые в ЕСПД (ГОСТ 25346-2013):

Вал : наружный размерный элемент детали.

Отверстие : внутренний размерный элемент детали

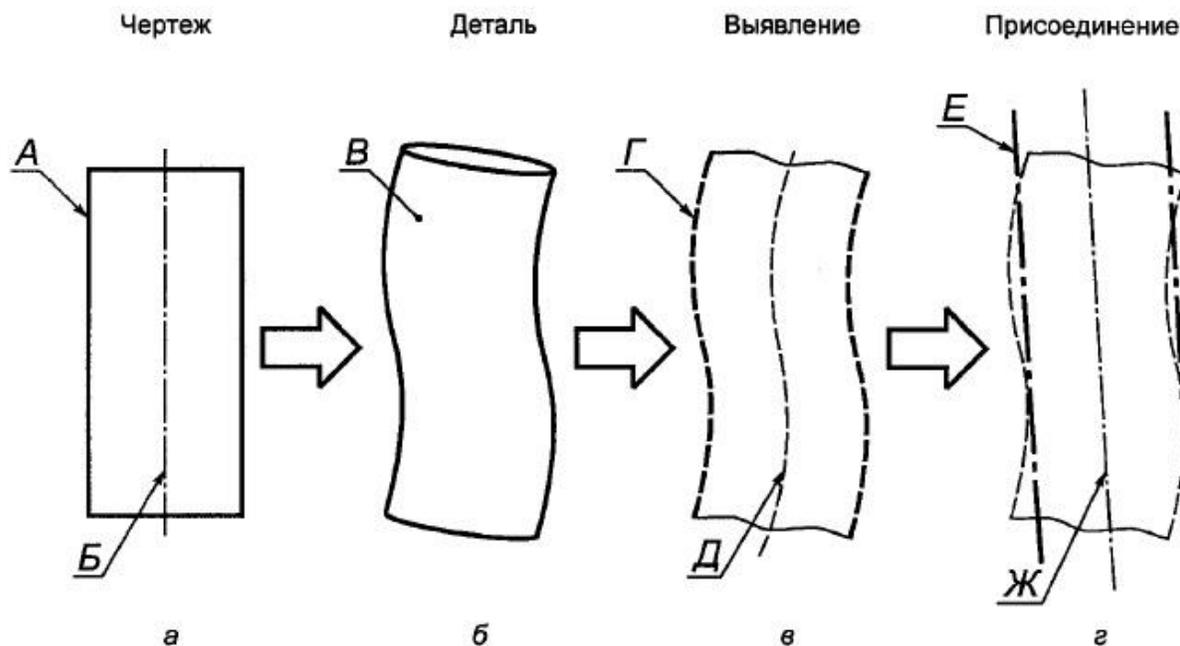
Размер : числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т.п.) в выбранных единицах измерения.

Размерный элемент : геометрическая форма, определяемая линейным или угловым размером (пример – цилиндр, сфера, две параллельные противоположные плоскости).

Номинальный размер : размер геометрического элемента идеальной формы, определенной чертежом.

Присоединенный полный элемент: Полный элемент правильной формы, присоединенный (совмещенный) к выявленному полному элементу при соблюдении согласованных условий.

Действительный размер : размер присоединенного полного элемента.



A — номинальный полный элемент; *B* — номинальный производный элемент; *V* — реальный элемент; *Г* — выявленный полный элемент; *Д* — выявленный производный элемент; *Е* — присоединенный полный элемент; *Ж* — присоединенный производный элемент

Допуски и посадки цилиндрических соединений (4)

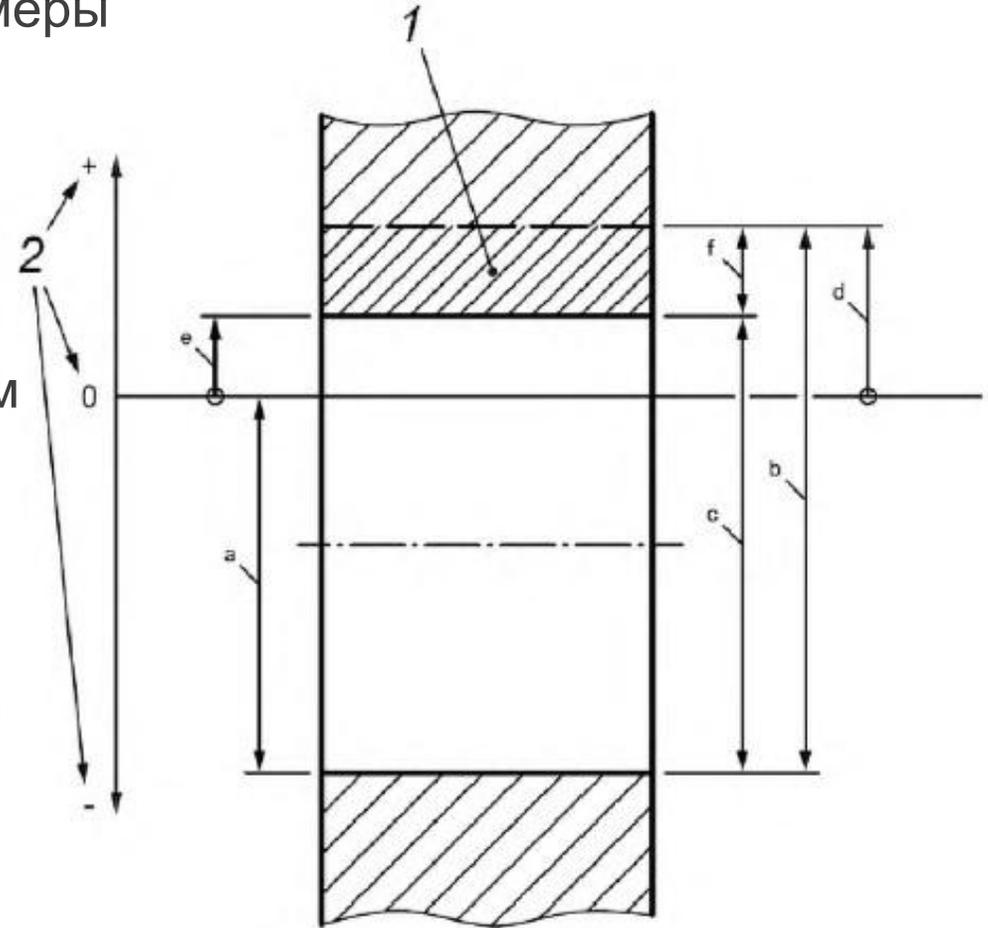
Предельные размеры : предельно допустимые размеры размерного элемента. **Верхний** – наибольший допустимый размер, **нижний** – наименьший.

Отклонение : разность между значением и опорным значением.

Верхнее предельное отклонение (ES ; es) : алгебраическая разность между верхним предельным размером и номинальным размером (обозначение ES применяют для внутренних, а es — для наружных размерных элементов).

Нижнее предельное отклонение (EI ; ei) : алгебраическая разность между нижним предельным размером и номинальным размером (обозначение EI применяют для внутренних, а ei — для наружных размерных элементов).

Допуск : разность между верхним и нижним предельными размерами.



1 — интервал допуска; 2 — правило знаков для отклонений; a — номинальный размер
b — верхний предельный размер; c — нижний предельный размер; d — верхнее предельное отклонение;
e — нижнее предельное отклонение; f — допуск;

Допуски и посадки цилиндрических соединений (5)

Квалитет : группа допусков на линейные размеры, характеризующаяся общим обозначением.

В системе допусков ИСО на линейные размеры обозначение квалитета состоит из номера, следующего за аббревиатурой IT (например, IT7). Каждый конкретный квалитет соответствует одному уровню точности для любых номинальных размеров.

Интервал допуска (поле допуска): совокупность значений размера между пределами допуска, включая эти пределы. Интервал допуска заключен между верхним и нижним предельными размерами. Он определяется значением допуска и его расположением относительно номинального размера.

Основное отклонение : предельное отклонение, определяющее расположение интервала допуска относительно номинального размера. Основным отклонением является то из предельных отклонений, которое соответствует ближайшему к номинальному предельному размеру. Основное отклонение обозначают буквой латинского алфавита (например, B, d)

Класс допуска : сочетание основного отклонения и квалитета. В системе допусков ИСО на линейные размеры класс допуска указывают комбинацией символов, состоящей из обозначения основного отклонения и следующего за ним номера квалитета (например, D13; h9 и т. д).

Допуски и посадки цилиндрических соединений (6)

Зазор : разность между размерами отверстия и вала, когда диаметр вала меньше диаметра отверстия.

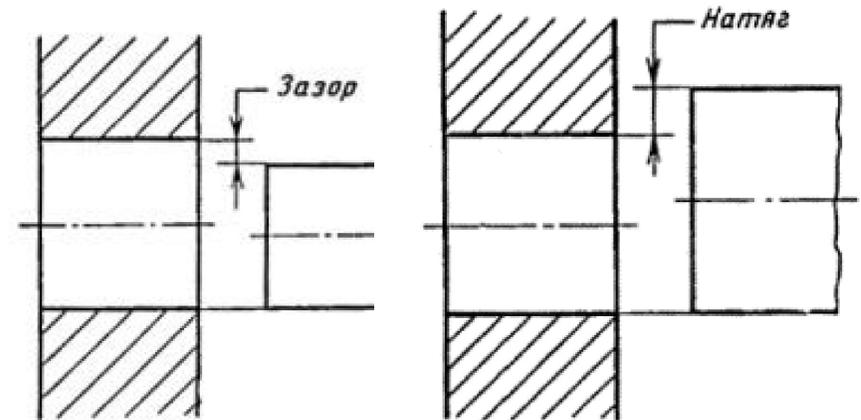
Натяг : разность размеров отверстия и вала до сборки, когда диаметр вала больше диаметра отверстия.

Посадка : соединение наружного размерного элемента и внутреннего размерного элемента (отверстия и вала), участвующих в сборке.

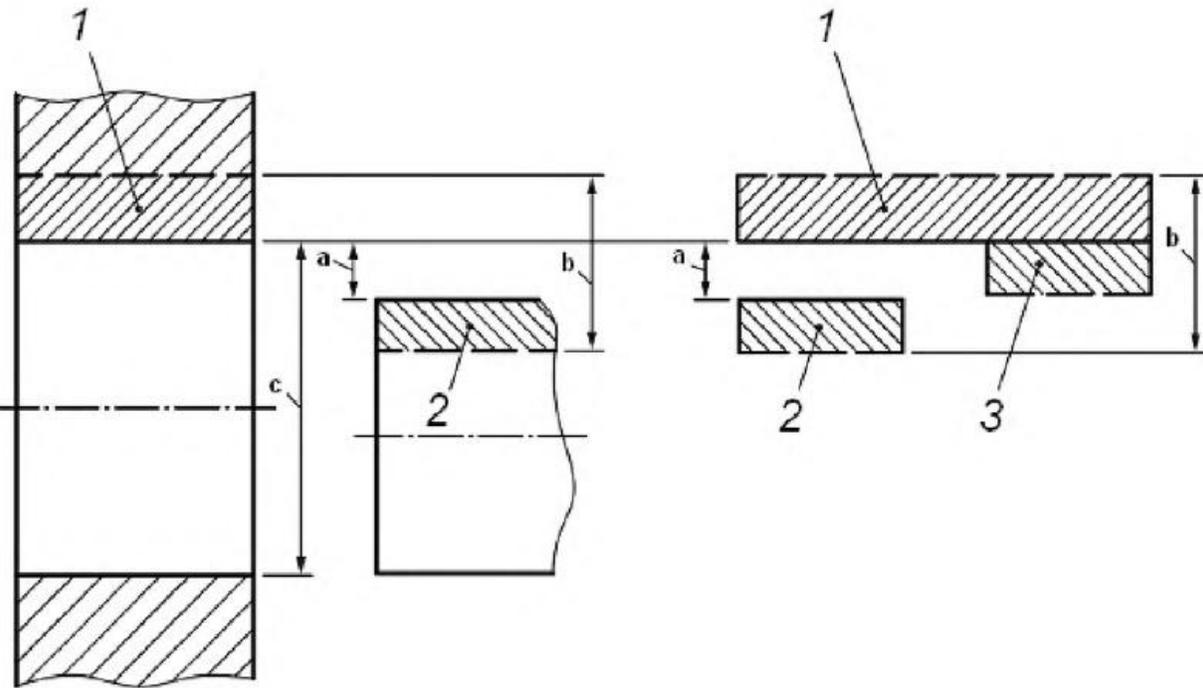
Посадка с зазором : посадка, при которой в соединении отверстия и вала всегда образуется зазор, т. е. нижний предельный размер отверстия больше или равен верхнему предельному размеру вала.

Посадка с натягом : посадка, при которой в соединении отверстия и вала всегда образуется натяг, т. е. верхний предельный размер отверстия меньше или равен нижнему предельному размеру вала.

Переходная посадка : посадка, при которой в соединении отверстия и вала возможно получение как зазора, так и натяга.



Допуски и посадки цилиндрических соединений (7)

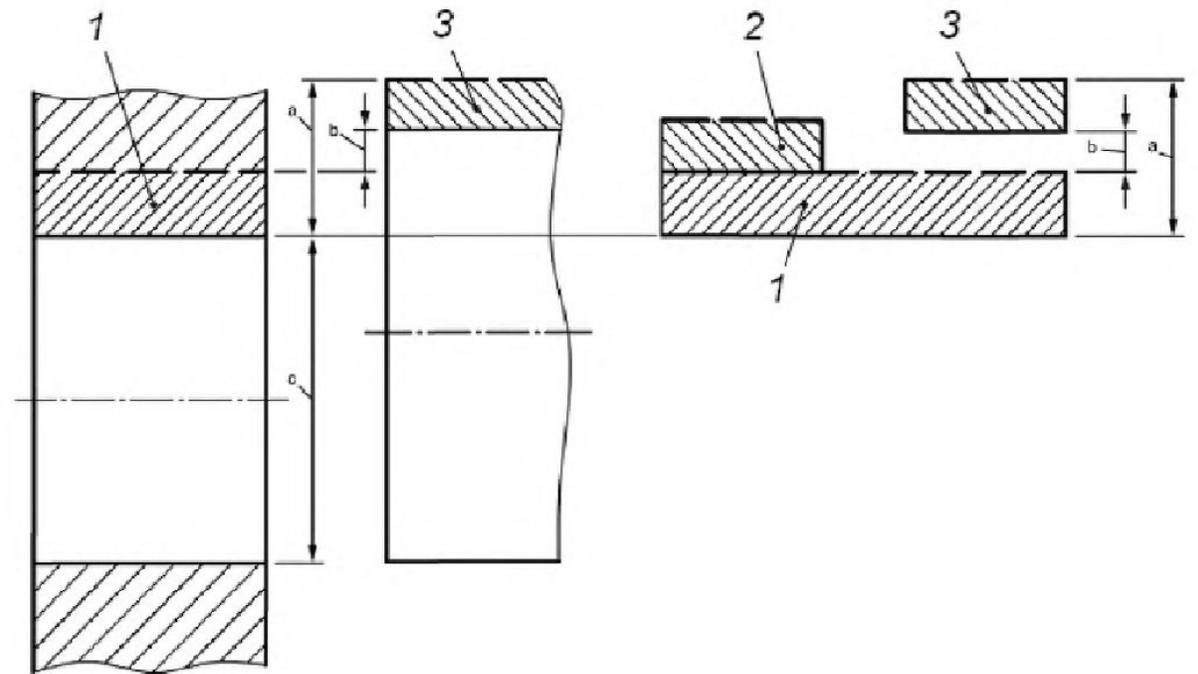


а) Подробное представление

б) Схематическое представление

1 — интервал допуска отверстия; 2 — интервал допуска вала, случай 1: верхний предельный размер вала ниже, чем нижний предельный размер отверстия, наименьший зазор больше нуля; 3 — интервал допуска вала, случай 2: верхний предельный размер вала совпадает с нижним предельным размером отверстия, наименьший зазор равен нулю; а — наименьший зазор; б — наибольший зазор; с — номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Примечание — Сплошные горизонтальные линии, ограничивающие интервалы допусков, показывают основные отклонения, а штриховые — другие (не основные) предельные отклонения отверстия и вала.



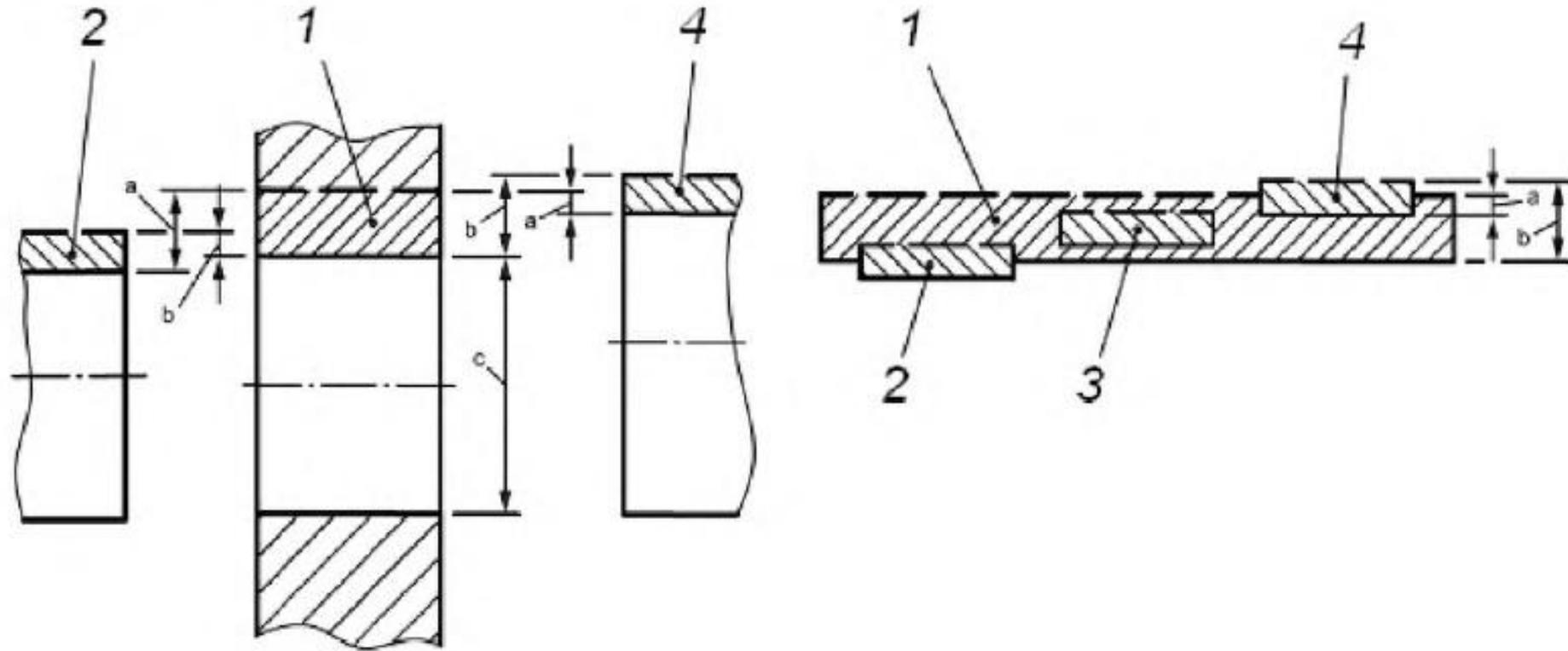
а) Подробное представление

б) Схематическое представление

1 — интервал допуска отверстия; 2 — интервал допуска вала, случай 1: нижний предельный размер вала совпадает с верхним предельным размером отверстия, наименьший натяг равен нулю; 3 — интервал допуска вала, случай 2: нижний предельный размер вала больше, чем верхний предельный размер отверстия, наименьший натяг больше нуля; а — наибольший натяг; б — наименьший натяг; с — номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Примечание — Сплошные горизонтальные линии, ограничивающие интервалы допусков, показывают основные отклонения, а штриховые — другие (не основные) предельные отклонения отверстия и вала.

Допуски и посадки цилиндрических соединений (8)



а) Подробное представление

б) Схематическое представление

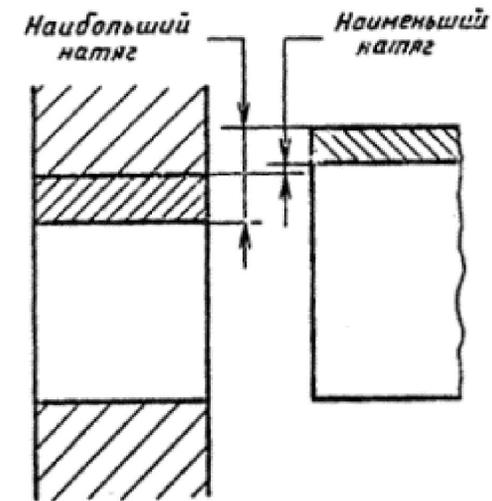
1 — интервал допуска отверстия; 2-4 — интервал допуска вала (показано несколько возможных расположений);
а — наибольший зазор; б — наибольший натяг; с — номинальный размер, равный нижнему предельному размеру отверстия

Допуски и посадки цилиндрических соединений (9)

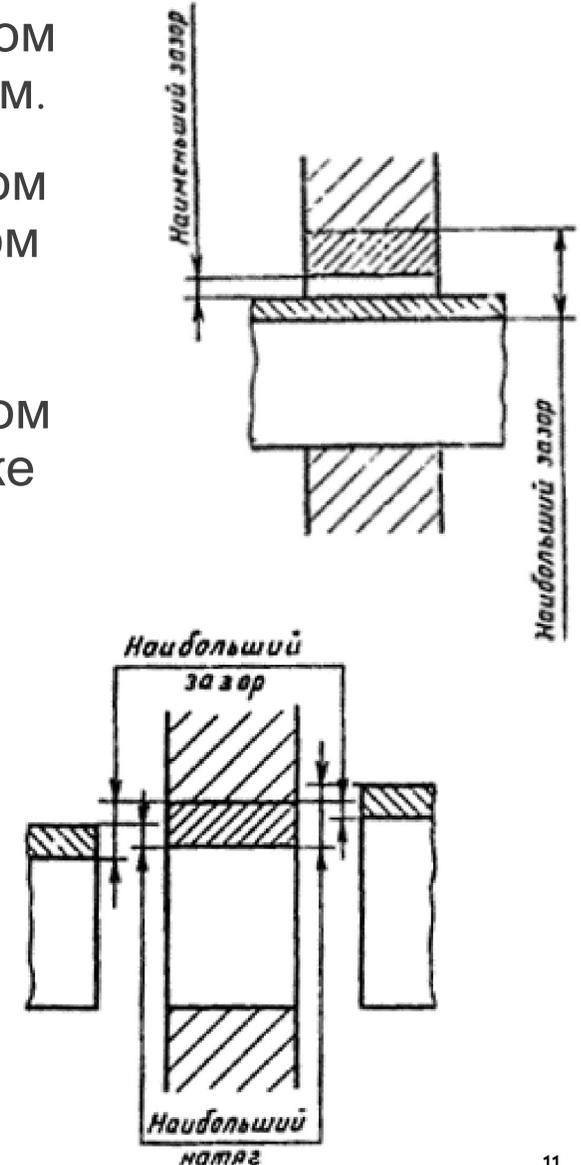
Наименьший зазор – разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала в посадке с зазором.

Наибольший зазор – разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала в посадке с зазором или в переходной посадке.

Наименьший натяг – разность между наименьшим предельным размером вала и наибольшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом.



Наибольший натяг – разность между наибольшим предельным размером вала и наименьшим предельным размером отверстия до сборки в посадке с натягом или в переходной посадке.

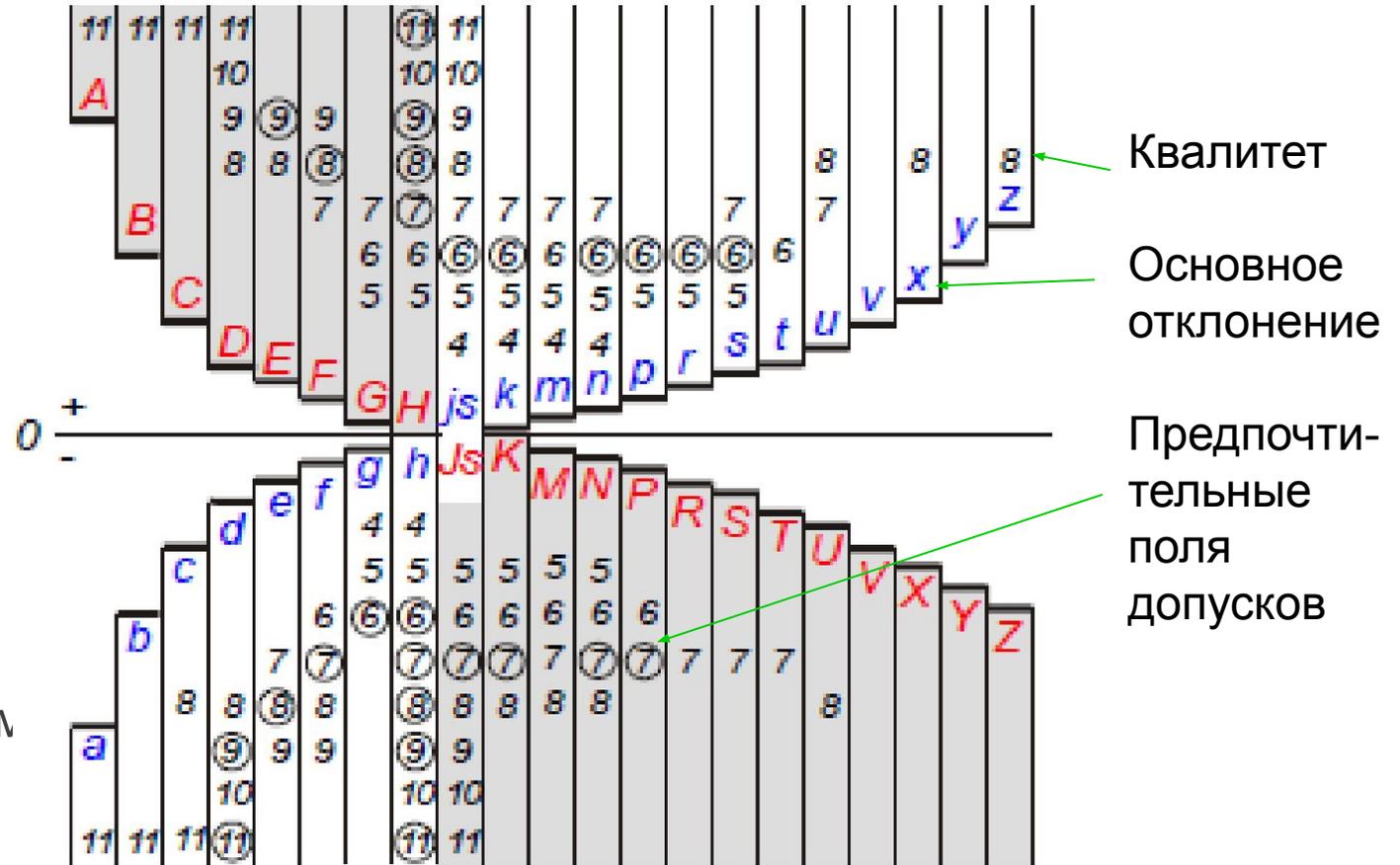


Допуски и посадки цилиндрических соединений (10)

Стандартом установлены квалитеты (всего 20):
01, 0, 1, 2, 3, 4, 5, ..., 11, 12...18.

Самые точные квалитеты (01, 0, 1, 2, 3, 4), как правило, применяются при изготовлении образцовых мер и калибров. Квалитеты с 5-го по 11-й, как правило, применяются для сопрягаемых элементов деталей. Квалитеты с 12-го по 18-й применяются для несопрягаемых элементов деталей.

Основные отклонения (по 27 для валов и отверстий) обозначаются буквами латинского алфавита, прописным (A...ZC) и строчными для валов (a...zc).



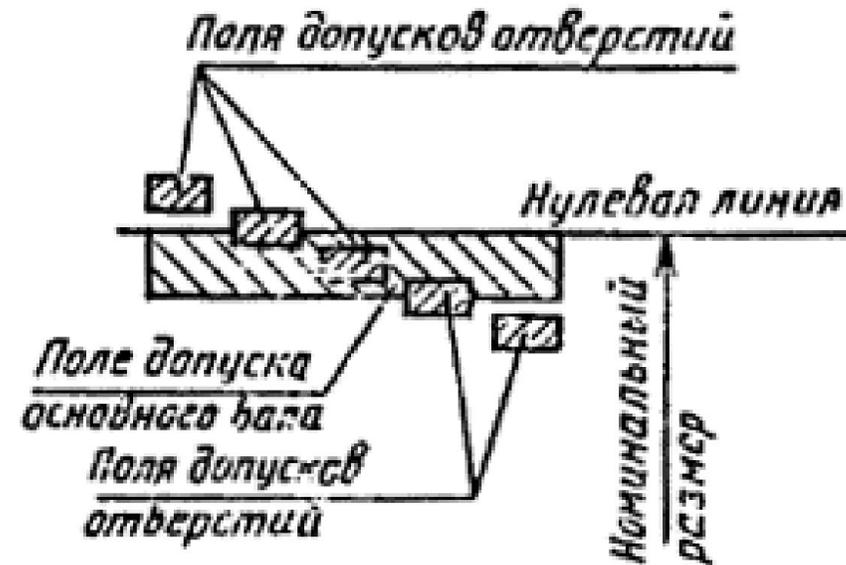
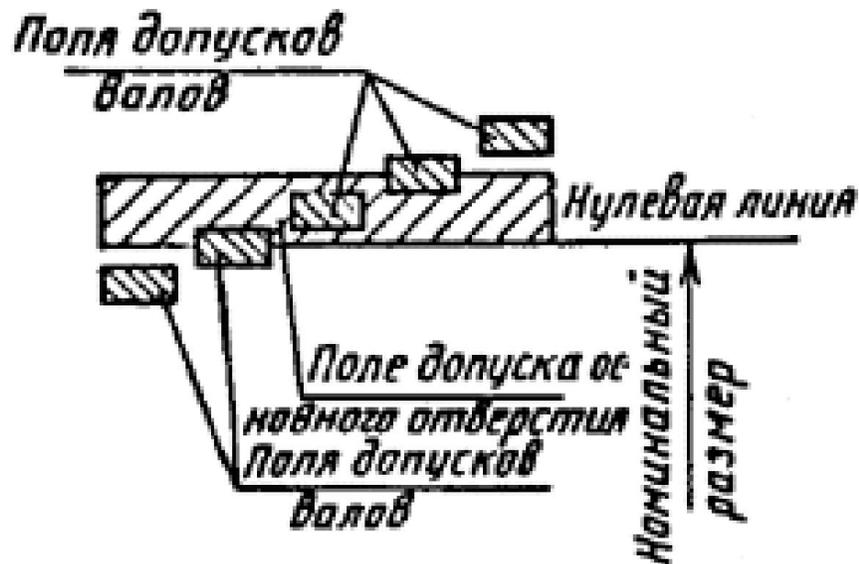
Допуски и посадки цилиндрических соединений (11)

Посадки в системе отверстия – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

Посадки в системе вала – посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю.

Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю.



Допуски и посадки цилиндрических соединений (12)

Поле допуска обозначается сочетанием буквы (букв) основного отклонения и порядкового номера качества.

Например: g6, js7, H7, H11.

Обозначение поля допуска указывается после номинального размера элемента.

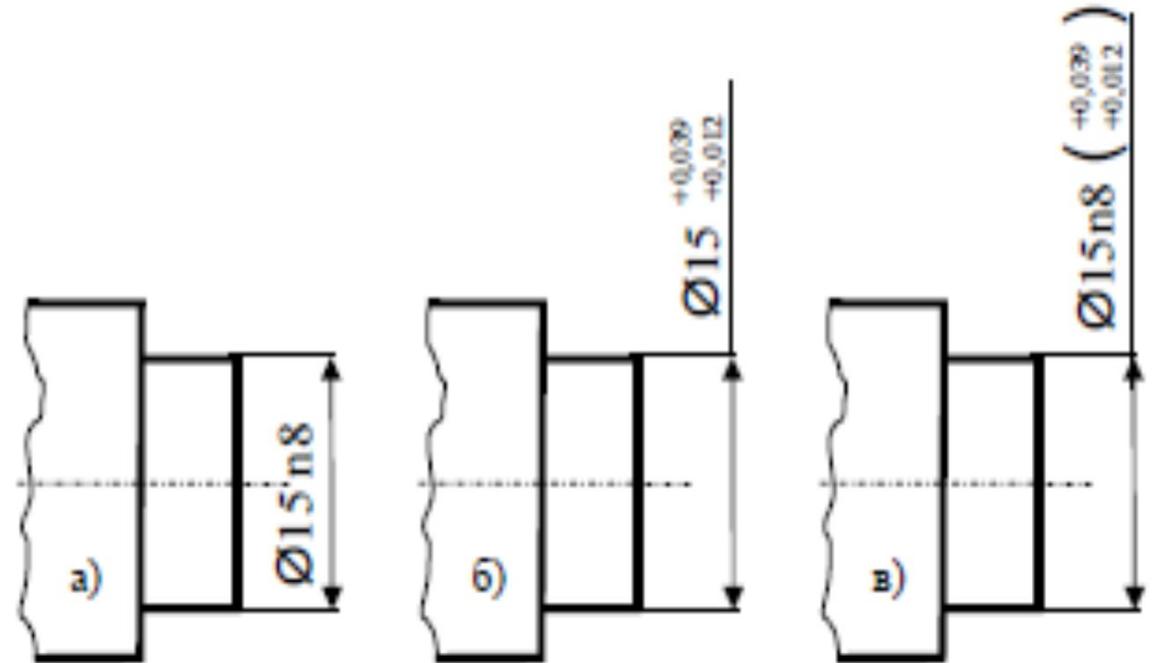
Например: 40g6, 40H7, 40H11.

Посадка обозначается дробью, в числителе которой указывается обозначение поля допуска отверстия, а в знаменателе – обозначение поля допуска вала.

Например: H7/g6 или $\frac{H7}{g6}$.

Обозначение посадки указывается после номинального размера посадки.

Например: 40H7/g6 или 40 $\frac{H7}{g6}$.



Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (1)

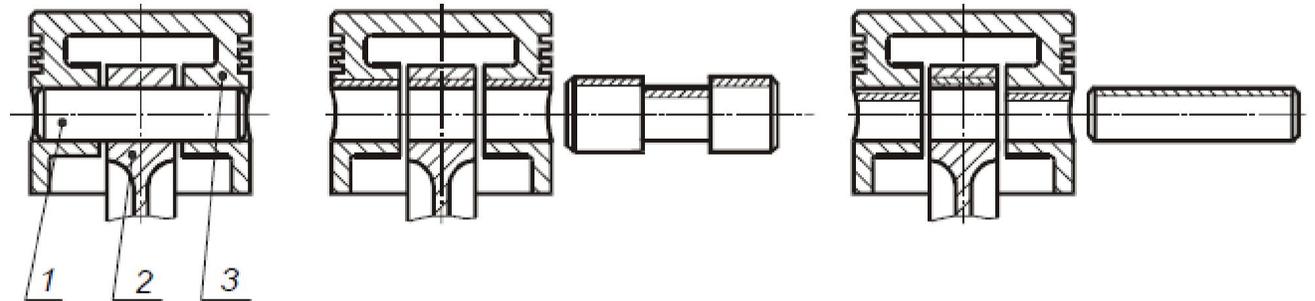
Правила образования посадок

1. Можно применять любое сочетание полей допусков, установленных стандартом.
2. Посадки должны назначаться либо в системе отверстия, либо в системе вала.
3. Применение системы отверстия предпочтительней. Однако в некоторых случаях по конструктивным соображениям приходится применять систему вала, например, когда требуется чередовать соединения нескольких отверстий одинакового номинального размера, но с разными посадками на одном валу. На рис. показано соединение, имеющее подвижную посадку поршневого пальца 1 с шатуном 2 и неподвижную в бобышках поршня 3, которое целесообразно выполнить в системе вала, а не в системе отверстия.

Систему вала выгоднее применять и тогда, когда оси, валики, штифты могут быть изготовлены из точных холодноотянутых прутков без дополнительной механической обработки их наружных поверхностей.

4. Следует отдавать предпочтение рекомендуемым посадкам (см. ГОСТ 25347-82), при этом в первую очередь – предпочтительным.
5. Посадки с 4-го по 7-й квалитеты рекомендуется образовывать путем сопряжения отверстия на квалитет грубее, чем вал.

Отверстия при прочих равных условиях изготавливаются с большими погрешностями, чем валы, поэтому и допуск посадки делится не поровну, большая часть отдается отверстию, меньшая – валу.



Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (2)

Выбор посадок производится одним из трех методов.

1. Метод прецедентов, или аналогов. Посадка выбирается по аналогии с посадкой в надежно работающем узле. Сложность метода заключается в оценке и сопоставлении условий работы посадки в проектируемом узле и аналоге.

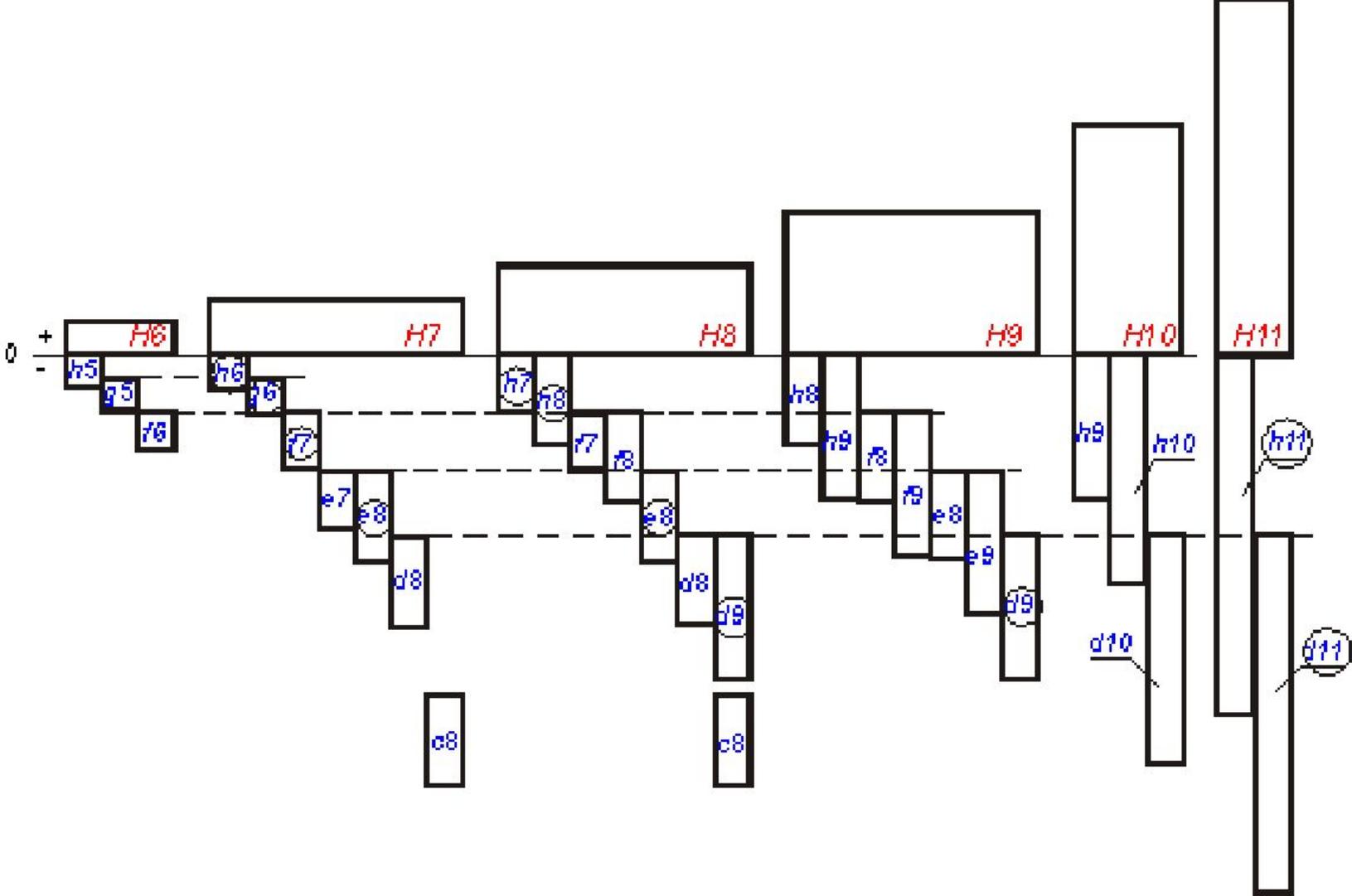
2. Метод подобия – развитие метода прецедентов. Посадки выбираются на основании рекомендаций отраслевых технических документов и литературных источников. Недостатком метода является, как правило, отсутствие точных количественных оценок условий работы сопряжений.

3. Расчетный метод – является наиболее обоснованным методом выбора посадок. Посадки рассчитываются на основании полуэмпирических зависимостей. Однако формулы не всегда учитывают сложный характер физических явлений, происходящих в сопряжении.

В любом случае новые опытные образцы изделий перед запуском в серийное производство проходят целый ряд испытаний, по результатам которых отдельные посадки могут быть подкорректированы.

Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (3)

Схема к выбору по
(следующий слайд



Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (4)

Рекомендации по выбору посадок с зазором.

Посадки с минимальным зазором S_{min} равным нулю (типа H/h) назначают преимущественно для пар с точным центрированием и направлением, в которых допускается проворачивание и продольное перемещение деталей при регулировке, а иногда и при работе. Эти посадки можно использовать вместо переходных. Для вращающихся деталей их применяют только при малых скоростях и нагрузках. Наиболее распространенными являются следующие сочетания полей допусков отверстия и вала для посадок этого типа: $H6/h5$, $H7/h6$, $H9/h8$, $H9/h9$.

Посадки $H5/g4$, $H6/g5$, $H7/g6$ имеют самый **наименьший гарантированный зазор** из всех посадок с зазором. Они применяются для точных подвижных соединений, требующих гарантированного, но небольшого зазора для обеспечения точного центрирования (**шпиндель в опорах делительных головок, плунжерные пары** и т.п.).

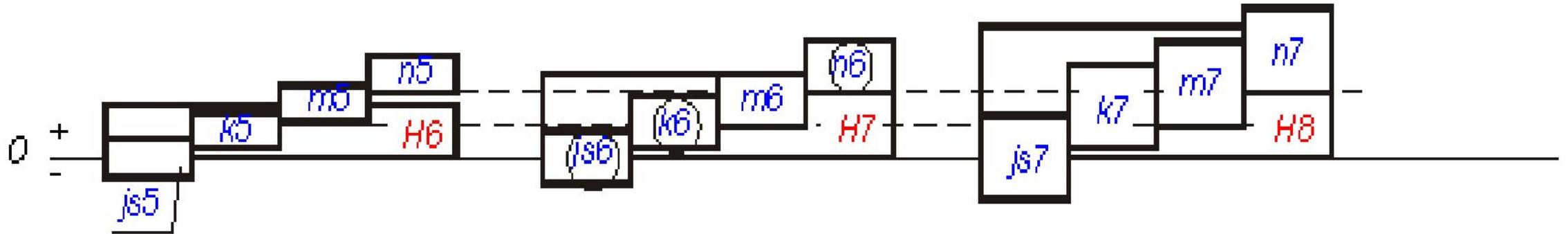
Из всех подвижных посадок наиболее распространены посадки $H7/f7$, $H8/f8$, $H8/f9$, которые применяются в **подшипниках скольжения, в коробках скоростей, в двигателях внутреннего сгорания, при установке подшипниковых крышек в отверстия корпусов редукторов** и т.п.

Посадки $H7/e8$, $H8/e8$ обеспечивают **легкоподвижные соединения** при жидкостном трении. Их применяют в **подшипниках скольжения для быстровращающихся валов больших машин, для свободно вращающихся на валах зубчатых колес и других деталей, включаемых муфтами сцепления.**

Посадки, образуемые сочетанием полей допусков H/d , H/c 7-го, 8-го и 9-го квалитетов, применяют сравнительно редко, например, **в соединениях деталей, работающих при повышенных рабочих температурах.**

Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (5)

Схема к выбору переходных посадок по рекомендациям
(следующий слайд)



○ - предпочтительные посадки

Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (6)

Рекомендации по выбору переходных посадок.

Переходные посадки в системе отверстия образуются сочетанием поля допуска основного отверстия H с полями $j - n$ валов. Они предназначены для неподвижных соединений деталей, подвергающихся при ремонте или по условиям эксплуатации сборке и разборке. Взаимная неподвижность деталей обеспечивается шпонками, штифтами, нажимными винтами и т.п.

Наиболее прочные соединения дают посадки, образуемые сочетанием полей допусков типа H/n . Такие посадки, как $H7/n6$, $H7/n7$, $H8/n7$, применяют для соединения зубчатых колес с валами, муфт, кривошипов и других деталей при больших нагрузках, ударах, вибрациях в соединениях, разборка которых производится только при капитальных ремонтах. Возможно применение этих посадок и при небольших нагрузках в соединениях без дополнительного крепления (в приборостроении), сборка которых производится прессованием.

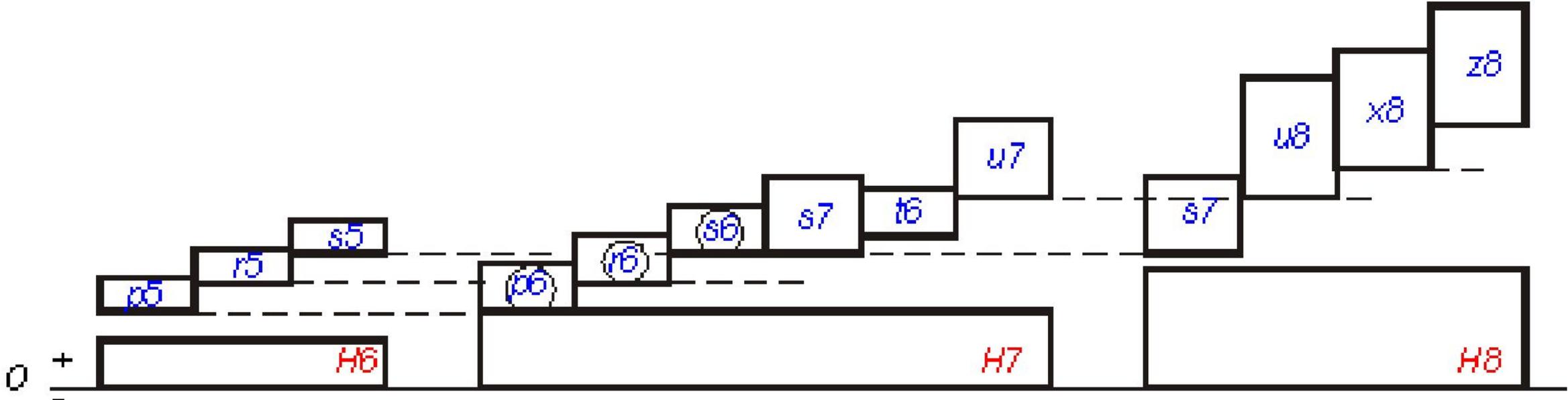
Посадки, образуемые сочетанием полей допусков типа H/m , несколько слабее предыдущих и их применяют при необходимости изредка разбирать соединение. Наиболее распространенными посадками такого типа являются посадки $H7/m6$ и $H7/m7$.

Посадки, образуемые сочетанием полей допусков типа H/k , в среднем дают незначительные зазоры и обеспечивают хорошее центрирование, не требуя значительных усилий для сборки и разборки. Применяются чаще других переходных посадок ($H7/k6$, $H7/k7$, $H8/k7$) для посадки на вал шкивов, зубчатых колес и маховиков на шпонках и для других подобных соединениях.

Посадки, образуемые сочетанием полей допусков типа H/j , имеют большие средние зазоры, чем у предыдущих посадок и применяются ($H7/j6$, $H7/j7$) при необходимости облегчать сборку.

Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (7)

Схема к выбору посадок с натягом по рекомендациям
(следующий слайд)



○ - предпочтительные посадки

Принципы формирования посадок гладких цилиндрических соединений (8)

Рекомендации по выбору посадок с натягом.

Посадки с натягом в системе отверстия образуются сочетанием поля допуска основного отверстия H с полями допусков $p - zc$ валов.

Посадки типа H/p ($H7/p6$, $H7/p7$, $H8/p7$) применяют при сравнительно небольших нагрузках.

Посадки типа H/r и H/s ($H7/r6$, $H7/s6$, $H8/s7$) используют в соединениях без крепежных деталей при небольших нагрузках и с крепежными деталями (шпонки, штифты) при больших нагрузках.

Посадки типа H/n ($H7/n6$, $H7/n7$, $H8/n8$) применяют в соединениях без крепежных деталей при значительных нагрузках, в том числе знакопеременных; с крепежными деталями при очень больших нагрузках; при небольших нагрузках, но малых длинах сопряжений.

Посадки типа H/z и другие применяются значительно реже и характеризуются относительно большими натягами.

Допуски угловых размеров и конусов (1)

В качестве единицы измерения угла приняты: в градусной системе **градус** ($^{\circ}$) – угол, равный $1/360$ части полной окружности, **угловая минута** ($'$), равная $1/60$ градуса, и **угловая секунда** ($''$), равная $1/60$ угловой минуты;

в радианной системе радиан (рад) – угол между двумя радиусами окружности, вырезающими из нее дугу, длина которой равна длине радиуса. Долей радиана является микро радиан (мкрад), равный одной миллионной части радиана.

Соотношение между единицами обеих систем: $1^{\circ}=0,017453$ рад.

В машиностроении отклонение угла оценивают в угловых (Δa) или в линейных (Δh) величинах.

Считают, что $\Delta a = a' - a$,

где a' – значение угла детали, полученное измерением,

a – значение угла, заданное по чертежу;

$$\Delta h = \operatorname{tg}(\Delta a) * L,$$

где Δh есть длина перпендикуляра (катета), восстановленного к меньшей стороне угла Δa на расстоянии L от его вершины.

Размеры нормальных углов. ГОСТ 8908–81 устанавливает нормальные углы, величины которых образуют три ряда.

Допуски угловых размеров и конусов (2)

Допуском угла AT называется разность между наибольшим a_{\max} и наименьшим a_{\min} предельными размерами угла.

Различаются три вида расположения поля допуска AT относительно номинального угла: смещенное в плюс ($+AT$), смещенное в минус ($-AT$) и симметричное ($\pm AT/2$).

Величину допуска угла AT назначают в зависимости от длины меньшей из сторон, образующих угол, а номинальную величину угла при назначении величины допуска не принимают во внимание.

В таблицах ГОСТ 8908–81 и на чертежах числовую величину допуска задают путем различных обозначений:

AT_a – допуск угла, заданный в градусах, точно переведенных из числа радиан;

AT'_a – допуск угла, заданный в градусах, число которых округлено после пересчета из радиан;

AT_h – допуск угла, заданный длиной отрезка (катета), перпендикулярного меньшей стороне угла;

AT_D – допуск угла конуса, заданный линейной величиной. Этот допуск назначается как допуск на разность диаметров конуса на заданном расстоянии L .

Числовые величины допусков углов предусмотрены ГОСТ 8908–81 во всех этих выражениях и разделены на 17 степеней точности.

Допуски угловых размеров и конусов (3)

Основание конуса — круг, образованный пересечением конической поверхности с плоскостью, перпендикулярной оси конуса и ограничивающей его в осевом направлении. Различают большое основание конуса 3 и малое основание конуса 1);

Базовая плоскость — плоскость 2, перпендикулярная оси конуса и служащая для определения осевого положения основания конуса;

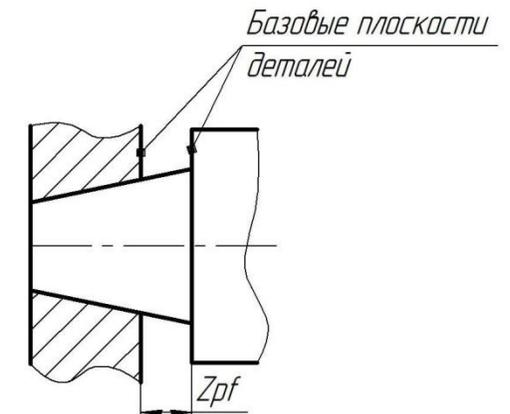
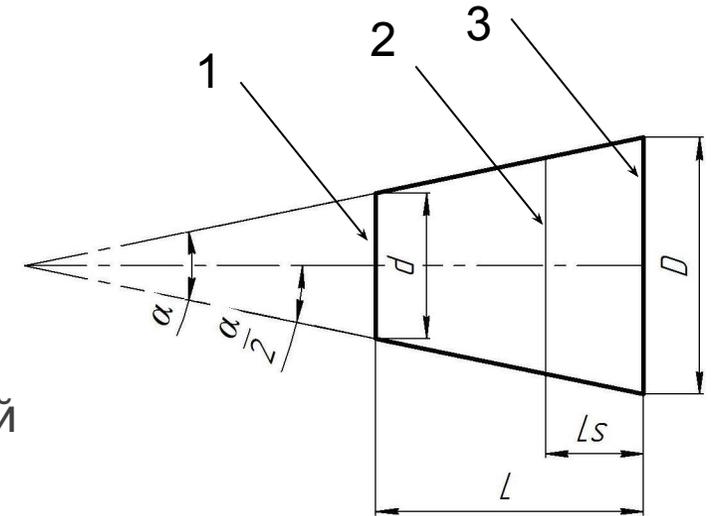
Базорасстояние конуса L_s — расстояние между основанием и базовой плоскостью конуса .

Базорасстояние конического соединения Z_{pf} — расстояние между базовыми плоскостями сопрягаемых деталей.

Диаметры конуса d и D , длина конуса L , угол конуса α

Конусность C — отношение разности диаметров конуса к длине конуса

$$C = (D - d)/L \quad \text{или} \quad C = 2 \operatorname{tg}(\alpha/2)$$



Допуски угловых размеров и конусов (4)

Нормальные конусности. По ГОСТ 8593–81 для машиностроения в качестве нормальных приняты конусности 1:200; 1:100; 1:50; 1:30; 1:20; 1:15; 1:10 и т. д. до 1:0,289.

Кроме них приведены углы и конусности специального назначения, в том числе широко распространенные конусы инструментов Морзе с конусностью, близкой к 1:20, и размерами, обозначенными номерами от 0 до 6. В станках с ЧПУ применяют конусность 7:24, позволяющую получить точное центрирование и легкое разделение сопряженных деталей.

Допуски углов конусов делятся на две группы:

–допуски углов конусов с конусностью менее 1 : 3 задают в миллиметрах, обозначают AT_D и выбирают в зависимости от длины образующей конуса L ;

–допуски углов конусов с конусностью более 1 : 3 задают в миллиметрах, обозначают AT_h и выбирают в зависимости от длины меньшей стороны угла конуса.

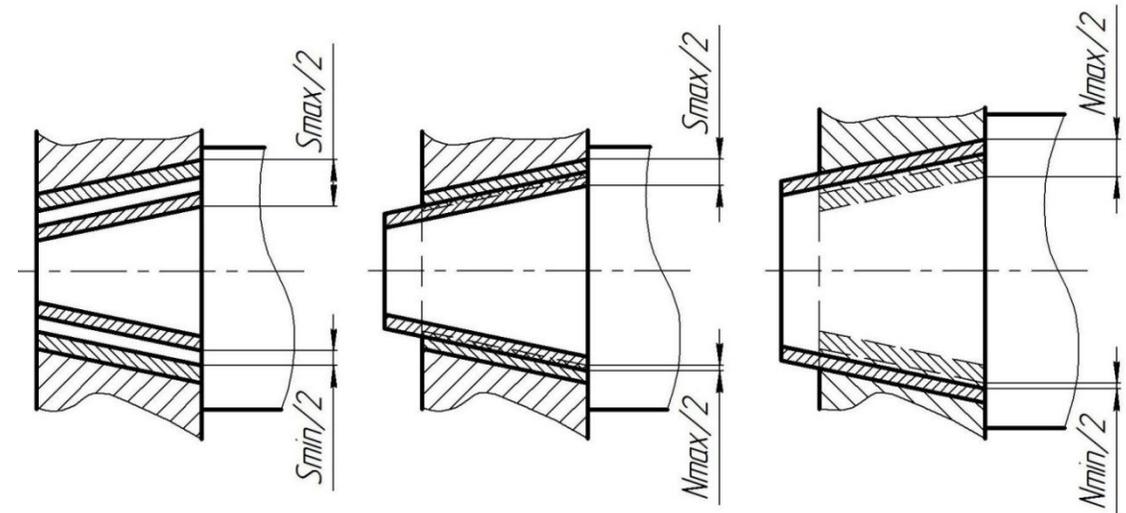
Посадки и типы конических соединений

Гладкое коническое соединение характеризуется конической посадкой и базорасстоянием этого соединения. Конические посадки так же, как и цилиндрические, различаются по характеру сопряжения поверхностей наружного и внутреннего конусов.

Допуски угловых размеров и конусов (5)

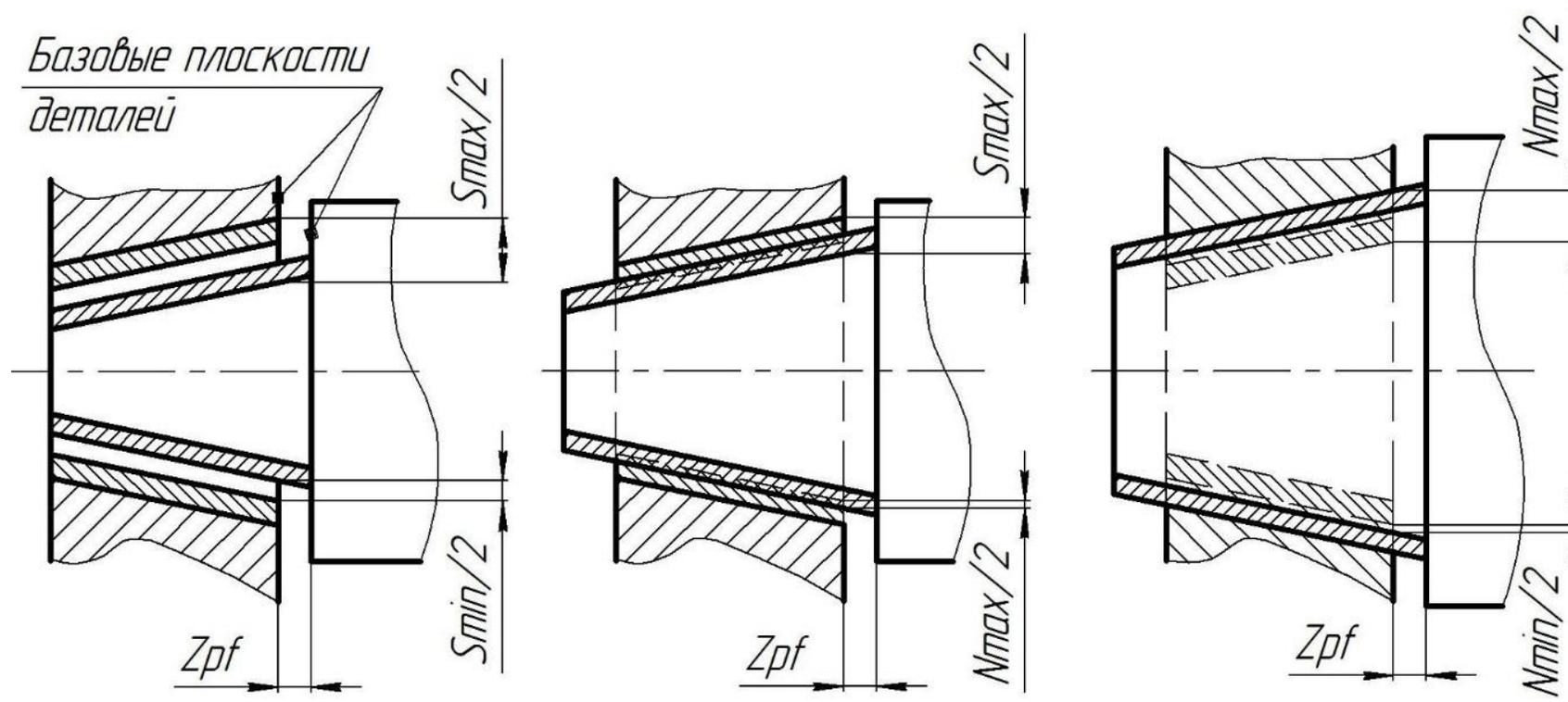
Посадка, полученная совмещением конструктивных элементов

Получается, например, доведением «встык» торцевых поверхностей. Здесь наружный конус вводится во внутренний до упора торцами и в зависимости от диаметральных размеров конических элементов соединяемых деталей образуются посадки с зазором S (а), посадки переходные с зазором S или с натягом N (б) и посадки с гарантированным натягом N (в).



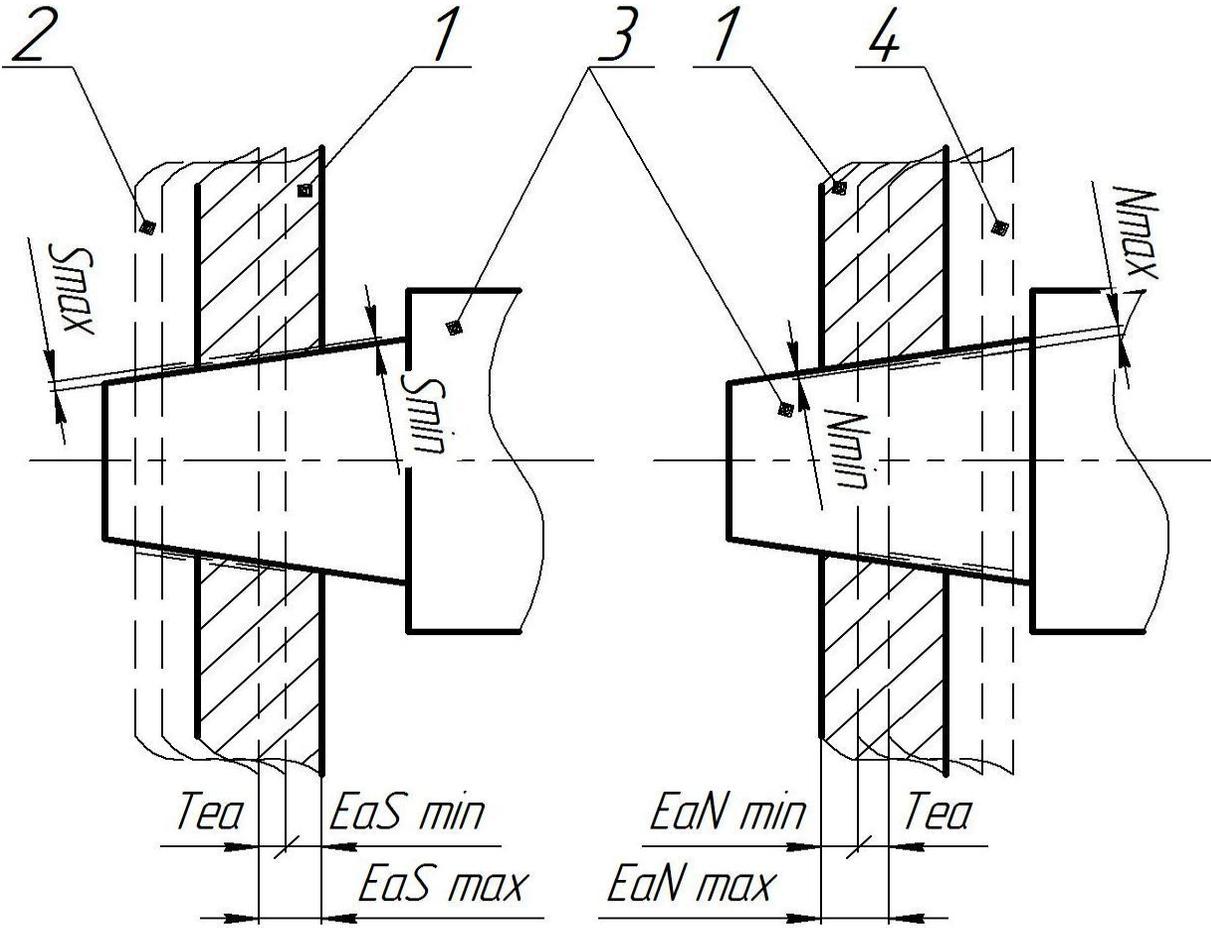
Допуски угловых размеров и конусов (6)

Посадка, полученная **выполнением заданного базорасстояния Z_{pf}** между базовыми плоскостями соединенных конусов. Здесь наружный конус вводится во внутренний до получения заданного расстояния между базами Z_{pf} и фиксируется в этом положении. В зависимости от размеров конических элементов соединяемых конусов образуются посадки с зазором S (а), переходные посадки с зазором S или с натягом N (б) и посадки с гарантированным натягом N (в).



Допуски угловых размеров и конусов (7)

Посадка, полученная заданным осевым смещением E_a сопрягаемых конусов от их начального положения. Здесь наружный конус 3 вводится во внутренний 1 до касания конических поверхностей, а затем один из конусов сдвигается вдоль оси на заданное расстояние E_{aS} или E_{aN} с допуском сдвига T_{Ea} и фиксируется в новом положении 2 для зазора S (а) или в положении 4 для натяга N (б).



Допуски угловых размеров и конусов (8)

Посадки с фиксацией по **заданному усилию запрессовки** наружного конуса во внутренний. Здесь усилие запрессовки прилагают к конусным деталям в начальном положении. Величина натяга в посадке в этом случае зависит от величины приложенной силы.

При изготовлении детали с коническим элементом возникают различные отклонения от номинального конуса по его параметрам. ГОСТ 25307–82 устанавливает следующие допуски для конусов:

допуск T_D диаметра конуса в любом сечении;

допуск T_{Ds} диаметра конуса в заданном сечении;

допуск угла конуса AT ;

допуск формы конуса, включающий в себя допуск круглости T_{FR} и допуск прямолинейности образующей T_{FL}

Неподвижные конические соединения применяют для передачи крутящего момента;

Плотные соединения — для создания газо-, водо-, маслонепроницаемости и для центрирования;

Подвижные соединения для получения постоянного зазора, регулируемого за счет взаимного осевого перемещения деталей.

По мере износа сопрягаемых поверхностей зазор может восстанавливаться также за счет осевого перемещения деталей соединения.

Допуски угловых размеров и конусов (9)

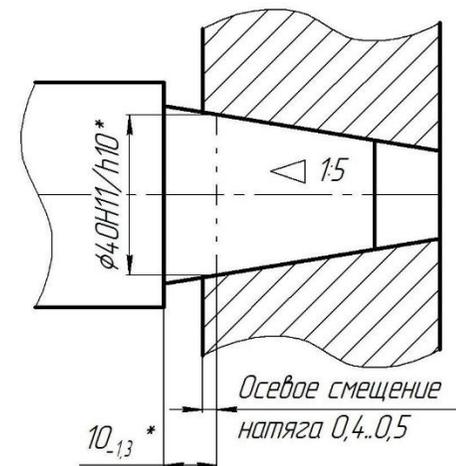
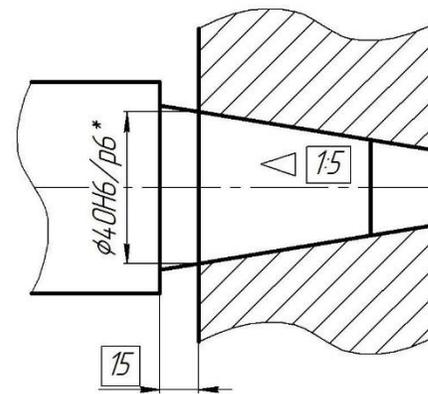
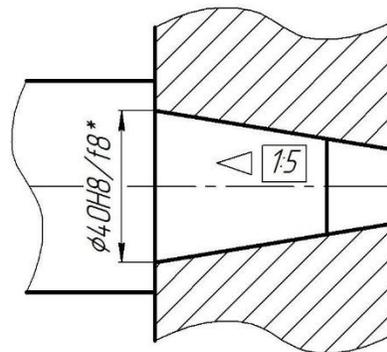
Обозначение гладких конических соединений на чертежах. Эти обозначения проставляют в соответствии с ГОСТ 2.320-82:

При посадке с фиксацией путем **совмещения конструктивных элементов** сопрягаемых конусов размеры, определяющие характер соединения, на сборочном чертеже могут быть указаны только как справочные и отмечены звездочкой.

При посадке с фиксацией **по заданному осевому расстоянию** Z_{pf} между базовыми плоскостями сопрягаемых конусов в их конечном положении на сборочном чертеже должен быть нанесен размер, определяющий расстояние между базовыми плоскостями, заключенный в прямоугольную рамку.

При посадке с фиксацией **по заданному взаимному осевому смещению** сопрягаемых конусов от их начального положения на сборочном чертеже должен быть указан размер этого осевого смещения, а начальное положение конусов следует отмечать штрихпунктирной тонкой линией с двумя точками.

При посадке с фиксацией **по заданному усилию запрессовки**, прилагаемому в начальном положении сопрягаемых конусов, заданное усилие запрессовки следует указывать в технических требованиях на чертеже, например «Усилие запрессовки $F_s = 100 \text{ Н}$ ».



Допуски и посадки типовых соединений (1)

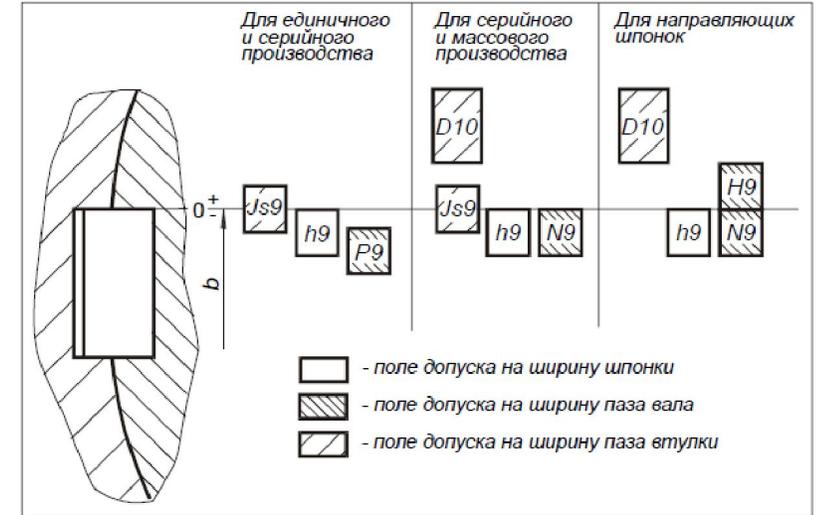
Шпоночное соединение – многомерное соединение трех деталей, предназначенное, главным образом, для передачи вращательного движения (вала со шкивом, зубчатым колесом и др.). Эти соединения применяют в случаях, когда к точности центрирования соединяемых деталей не предъявляют особых требований.

Соединение шпонками может быть как неподвижным, так и подвижным вдоль оси вала. При этом, шпонка примерно на половину высоты входит в паз вала и на половину в паз ступицы колеса. Форма и размеры большинства видов шпонок стандартизированы и зависят от условий работы соединяемых деталей и диаметра вала.

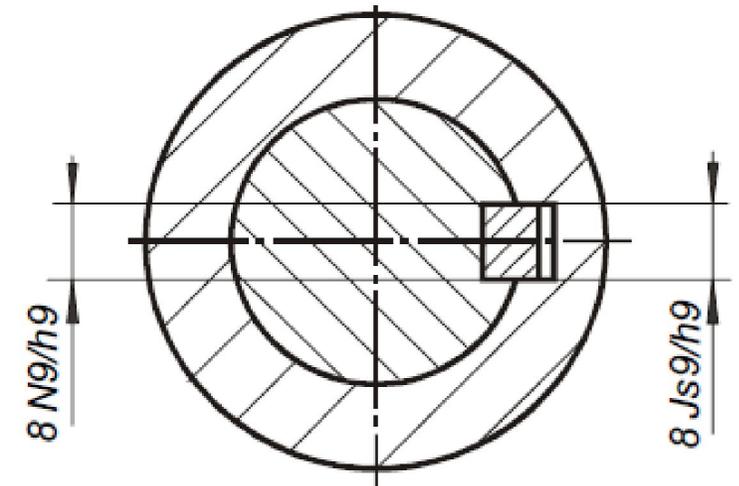
Для получения различных посадок **призматических** шпонок установлены поля допусков на ширину шпонки b , паза под шпонку в ступице и на валу.

Допуски и посадки типовых соединений (2)

Элемент соединения	Поле допуска при соединении		
	свободном (I)	нормальном (II)	плотном (III)
Ширина шпонки	h9	h9	h9
Ширина паза на валу	H9	N9	P9
Ширина паза во втулке	D10	Js9	P9
Высота шпонки	h9 при $h \leq 6$ мм и h11 при $h > 6$ мм		
Длина шпонки	h14		

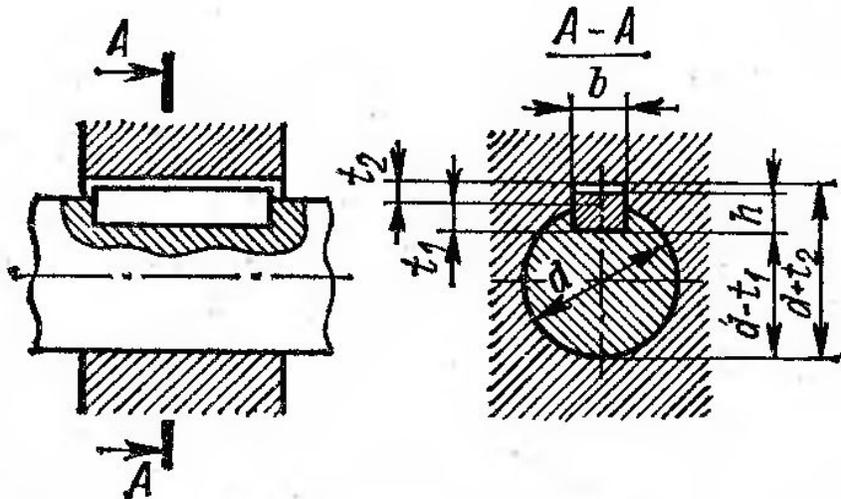
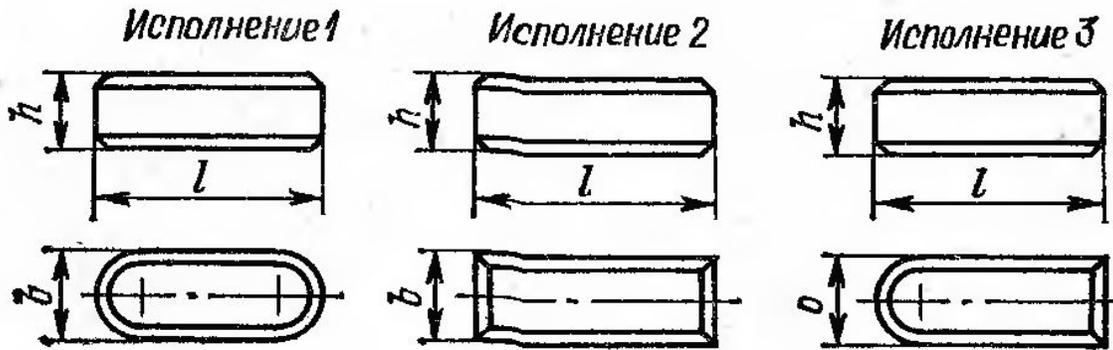


Элемент соединения	При высоте шпонки		
	От 2 до 6	От 6 до 18	Более 18
Глубина паза во втулке и на валу	+0,1	+0,2	+0,3

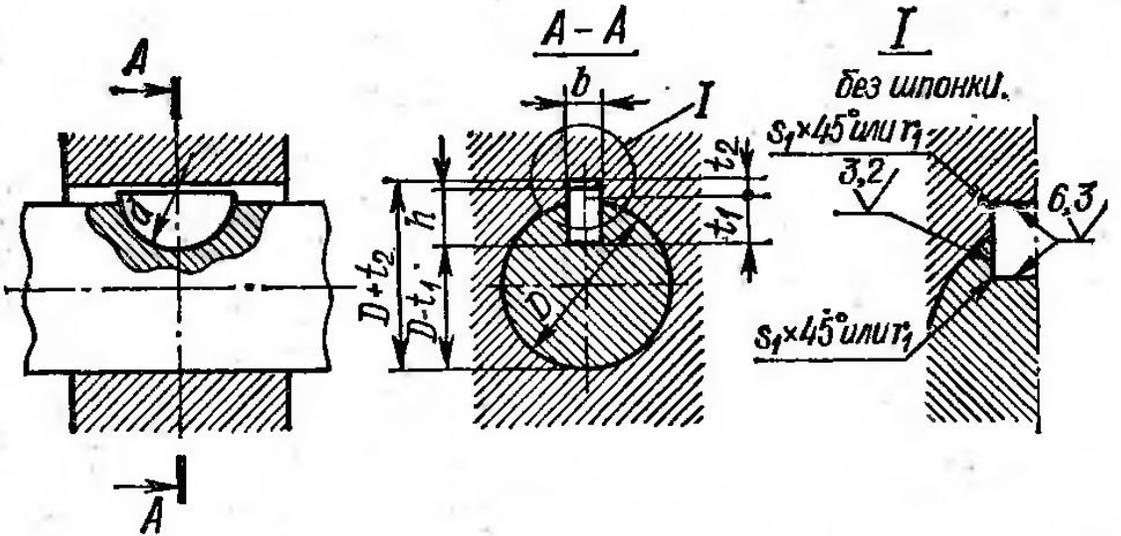
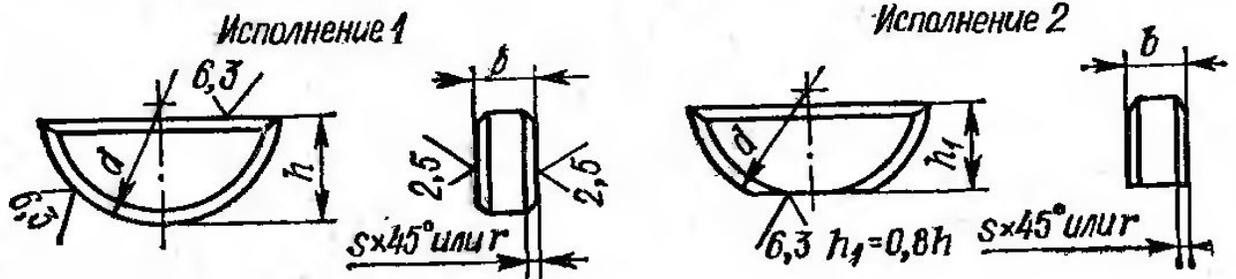


Допуски и посадки типовых соединений (3)

Соединение призматическими шпонками

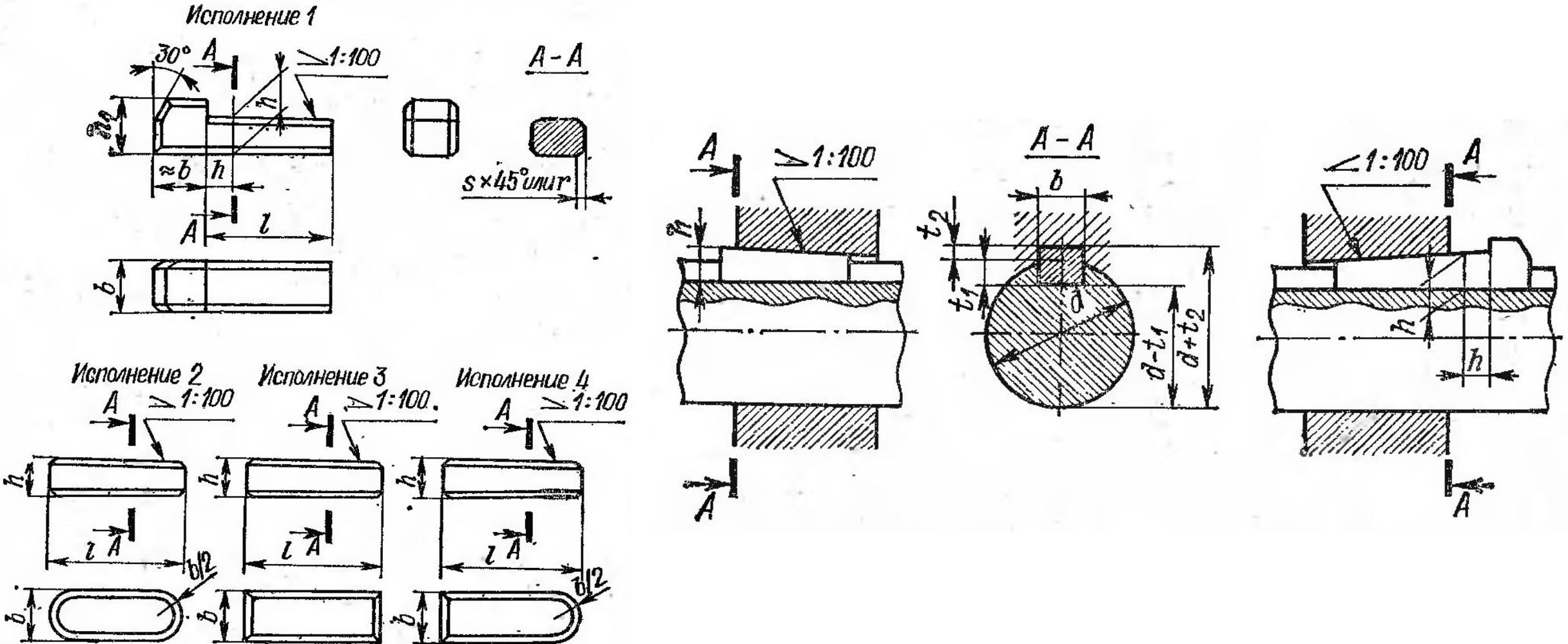


Соединение сегментными шпонками



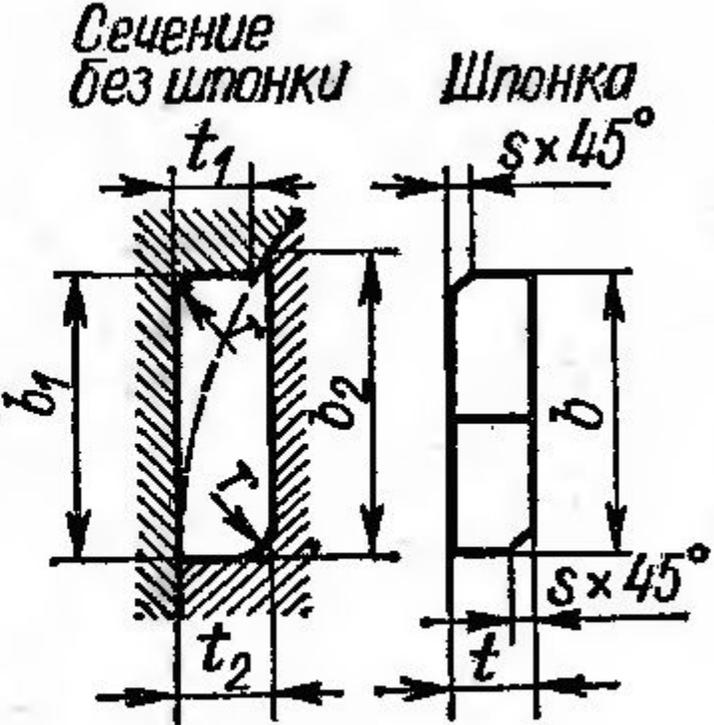
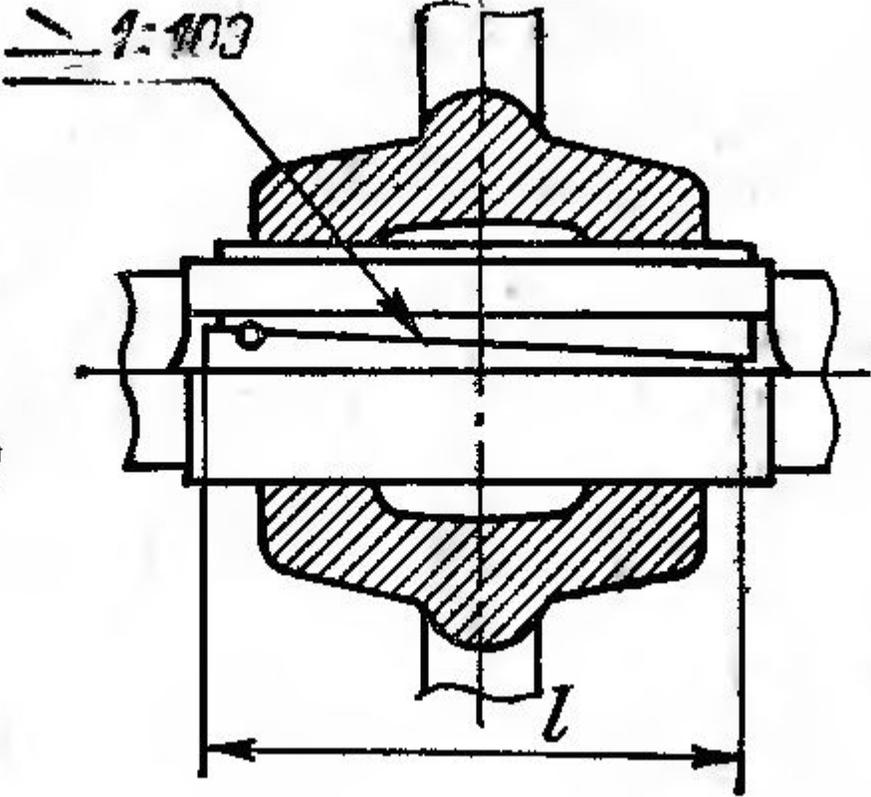
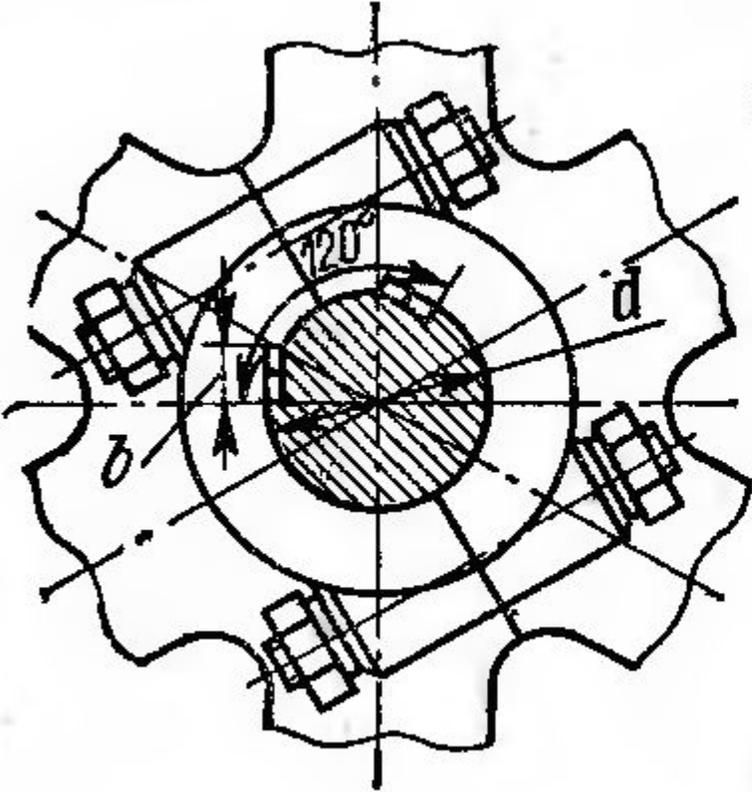
Допуски и посадки типовых соединений (4)

Соединение клиновыми шпонками



Допуски и посадки типовых соединений (5)

Соединение тангенциальными шпонками



Допуски и посадки типовых соединений (6)

Шлицевые соединения, как и шпоночные, предназначены для передачи крутящих моментов в соединениях шкивов, муфт, зубчатых колес и других деталей с валами. В отличие от шпоночных соединений, шлицевые соединения, кроме передачи крутящих моментов, осуществляют еще и центрирование сопрягаемых деталей. Шлицевые соединения могут передавать большие крутящие моменты, чем шпоночные, и имеют меньшие перекосы и смещения пазов и зубьев. В зависимости от профиля зубьев шлицевые соединения делят на соединения с **прямобочным**, **эвольвентным** и **треугольным** профилем зубьев.

В шлицевых соединениях с **прямобочным** профилем зуба применяют три способа относительного центрирования вала и втулки:

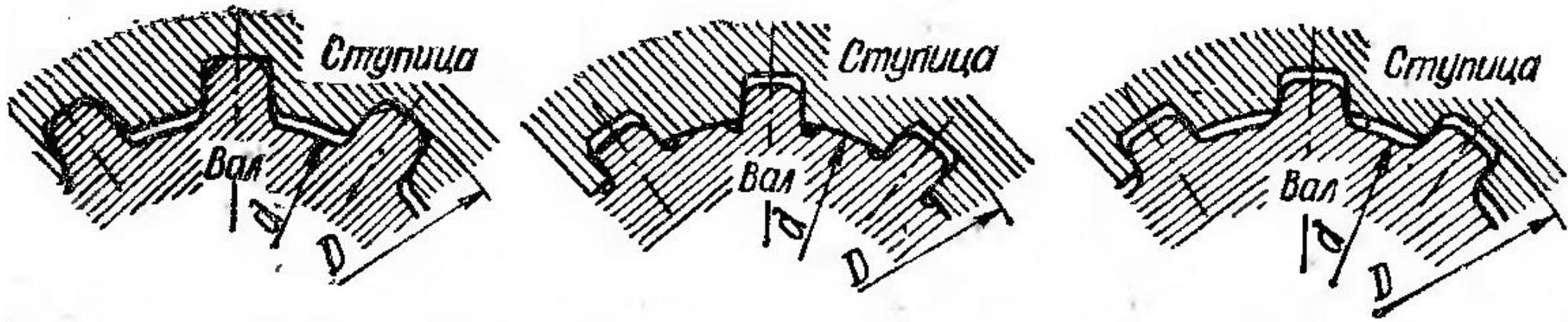
- по наружному диаметру D ;
- по внутреннему диаметру d ;
- по боковым сторонам зубьев b .

Допуски и посадки типовых соединений (7)

Центрирование по D рекомендуется при повышенных требованиях к соосности элементов соединения, когда твердость втулки не слишком высока и допускает обработку чистовой протяжкой, а вал обрабатывается фрезерованием и шлифуется по наружному диаметру D . Применяется такое центрирование в подвижных и неподвижных соединениях.

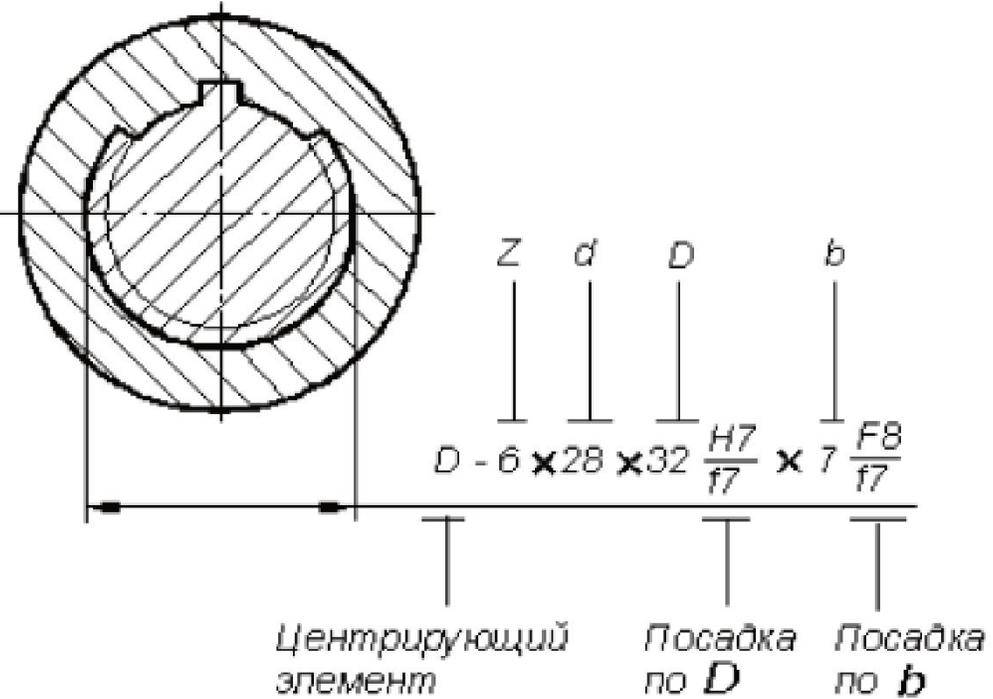
Центрирование по d применяется в тех же случаях, что и центрирование по D , но при твердости втулки, не позволяющей обрабатывать ее протяжкой. Такое центрирование является наименее экономичным.

Центрирование по b используют, когда не требуется высокой точности центрирования, при передаче значительных крутящих моментов.



Допуски и посадки типовых соединений (8)

Чертеж сопряжения			
Центрирующий элемент	Центрирование по D	Центрирование по d	Центрирование по b
Посадки	По d	По D	По b
Подвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{e8}$	$\frac{F8}{f7}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{D9}{h9}$ $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{f7}$
Неподвижное сопряжение	—	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{H7}{js6}$ $\frac{H7}{js7}$ $\frac{H7}{n6}$ $\frac{F8}{js7}$ $\frac{D9}{h9}$ $\frac{D9}{k7}$



Примечания.
 1. Кроме указанных посадок, допускаются и другие (см. ГОСТ 1139-80*).
 2. Посадки, заключенные в рамку, являются предпочтительными.

Допуски и посадки типовых соединений (9)

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по D :

для соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{F8}{f7}$;

для отверстия этого соединения: $D - 8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8$;

для вала: $D - 8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f7$.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по d :

для соединения: $d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$;

для отверстия этого соединения: $d - 8 \times 36 H7 \times 40 H12 \times 7 D9$;

для вала: $d - 8 \times 36 f7 \times 40 a11 \times 7 h9$.

Пример обозначения подвижного шлицевого соединения с центрированием по b :

для соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$;

для отверстия этого соединения: $b - 8 \times 36 \times 40 H12 \times 7 D9$;

для вала: $b - 8 \times 36 \times 40 a11 \times 7 f8$.

Допуски и посадки типовых соединений (10)

Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зуба имеют то же назначение, что и прямобочные, но обладают рядом преимуществ: технологичностью (для обработки всех типоразмеров валов с определенным модулем требуется только одна червячная фреза, возможно применение всех точных методов обработки зубьев); большей прочностью (обладают меньшими концентратами напряжений и большим количеством зубьев).

Шлицевые соединения с эвольвентным профилем зубьев применяются для подвижных и неподвижных соединений.

К основным параметрам относятся:

D – наружный диаметр зубьев, номинальный диаметр соединения;

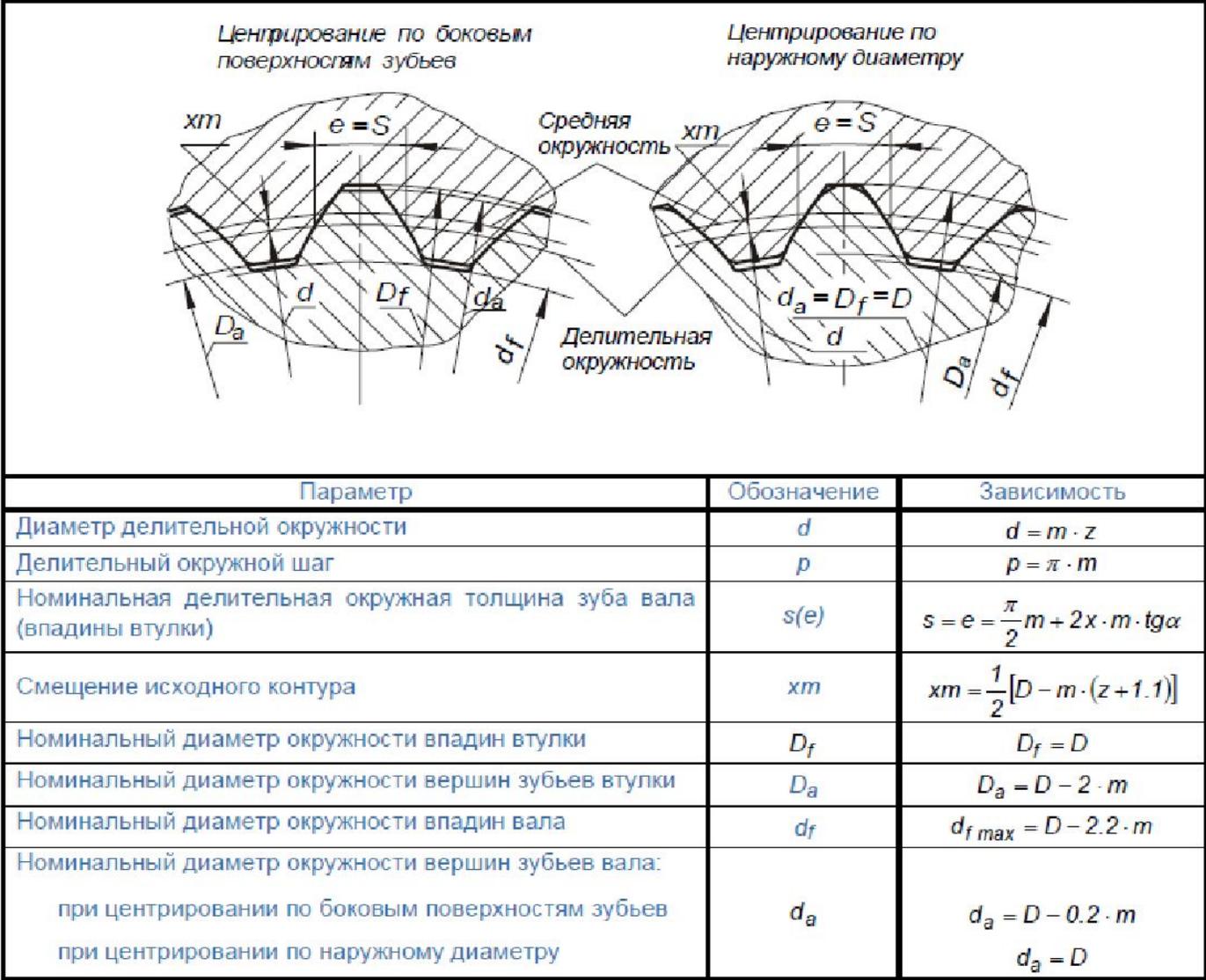
m – модуль;

z – число зубьев;

$\alpha = 30^\circ$ – угол профиля.

Остальные параметры вычисляются по зависимостям ГОСТ 6033–80.

Допуски и посадки типовых соединений (11)



Допуски и посадки типовых соединений (12)

<p>Чертеж сопряжения</p>						
<p>Центрирующий элемент</p>	<p>$s(e)$</p>			<p>D</p>		
<p>Посадки</p>	<p>По $D (d_a, D_f)$</p>	<p>По $s(e)$</p>	<p>По D_a, d_f</p>	<p>По D</p>	<p>По $s(e)$</p>	<p>По D_a, d_f</p>
<p>Подвижное сопряжение</p>	<p>$D_f - H16$</p>	<p>$\frac{9H}{9g'}$ $\frac{9H}{9h}$</p>	<p>$D_a - H11$</p>	<p>$\frac{H7}{f7'}$ $\frac{H7}{g6}$</p>	<p>$\frac{9H}{9g'}$ $\frac{9H}{9h}$</p>	<p>$D_a - H11$</p>
<p>Неподвижное сопряжение</p>	<p>$d_a - h12$</p>	<p>$\frac{7H}{8k'}$ $\frac{7H}{7n}$</p>	<p>$d_{rmax} - h16$</p>	<p>$\frac{H7}{js6'}$ $\frac{H7}{n6}$</p>	<p>$\frac{9H}{9g'}$ $\frac{9H}{9h}$</p>	<p>$d_{rmax} - h16$</p>

Допуски и посадки типовых соединений (13)

Обозначения шлицевых эвольвентных соединений должны содержать номинальный диаметр, модуль, обозначение посадки (полей допусков вала и отверстия) и номер стандарта.

Примеры обозначения.

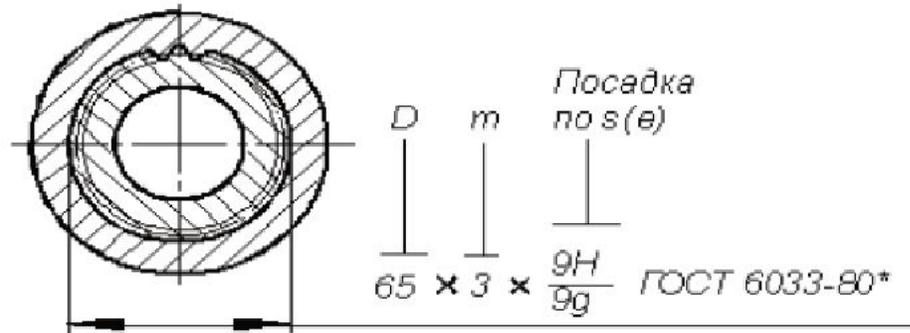
При центрировании по боковым поверхностям зубьев. $D = 50$ мм; $m = 2$ мм; посадка по боковым поверхностям $s(e) - \frac{9H}{9g}$:

соединение	$50 \times 2 \times \frac{9H}{9g}$ ГОСТ 6033 - 80 *;
вал	$50 \times 2 \times 9g$ ГОСТ 6033 - 80 *;
отверстие	$50 \times 2 \times 9H$ ГОСТ 6033 - 80 *.

При центрировании по наружному диаметру. $D = 50$ мм; $m = 2$ мм; посадка по центрирующему диаметру $D - \frac{H7}{g6}$ и по боковым поверхностям $s(e) - \frac{9H}{9h}$:

соединение	$50 \times \frac{H7}{g6} \times 2 \times \frac{9H}{9h}$ ГОСТ 6033 - 80 *;
вал	$50 \times g6 \times 2 \times 9h$ ГОСТ 6033 - 80 *;
отверстие	$50 \times H7 \times 2 \times 9H$ ГОСТ 6033 - 80 *.

Пример условного обозначения показан на рис. 2.3.



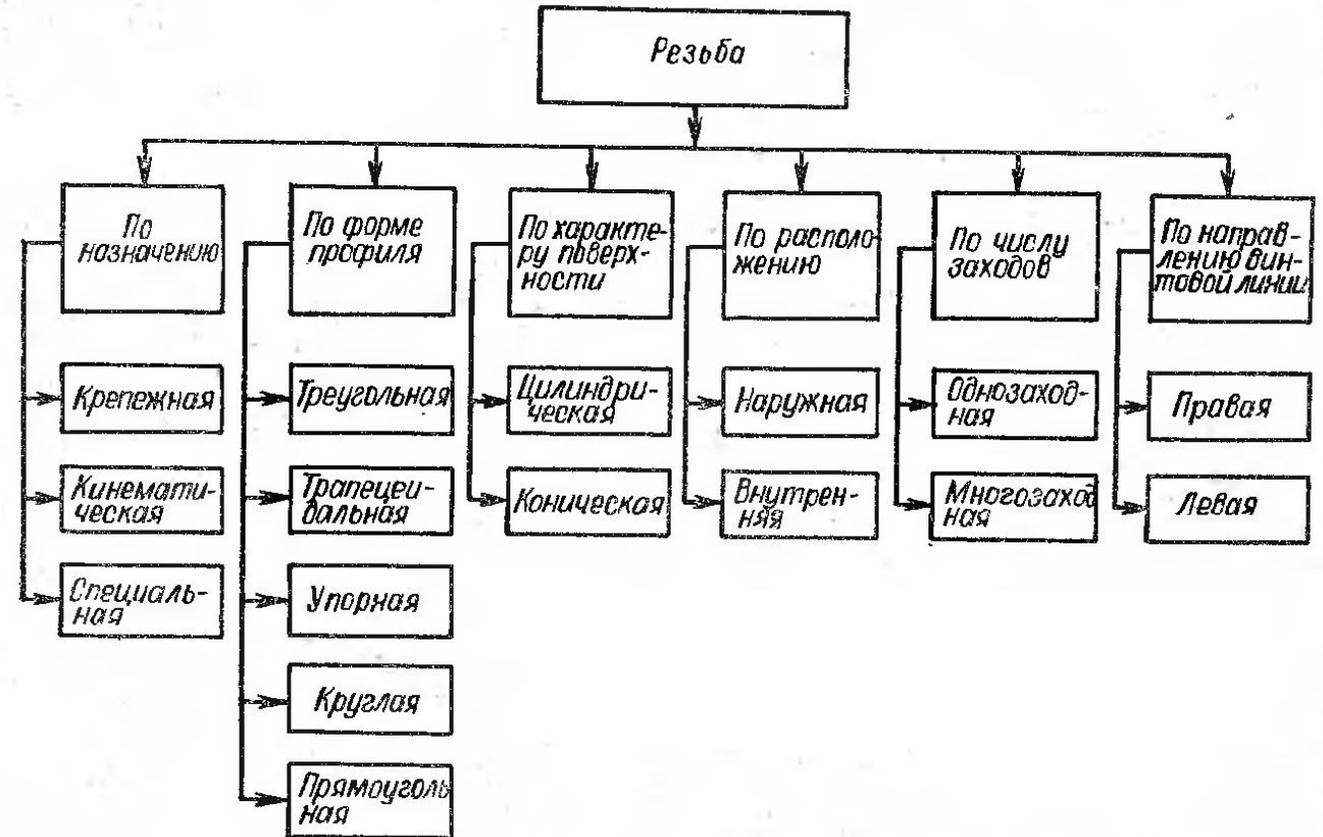
Допуски и посадки типовых соединений (14)

Резьбовые соединения

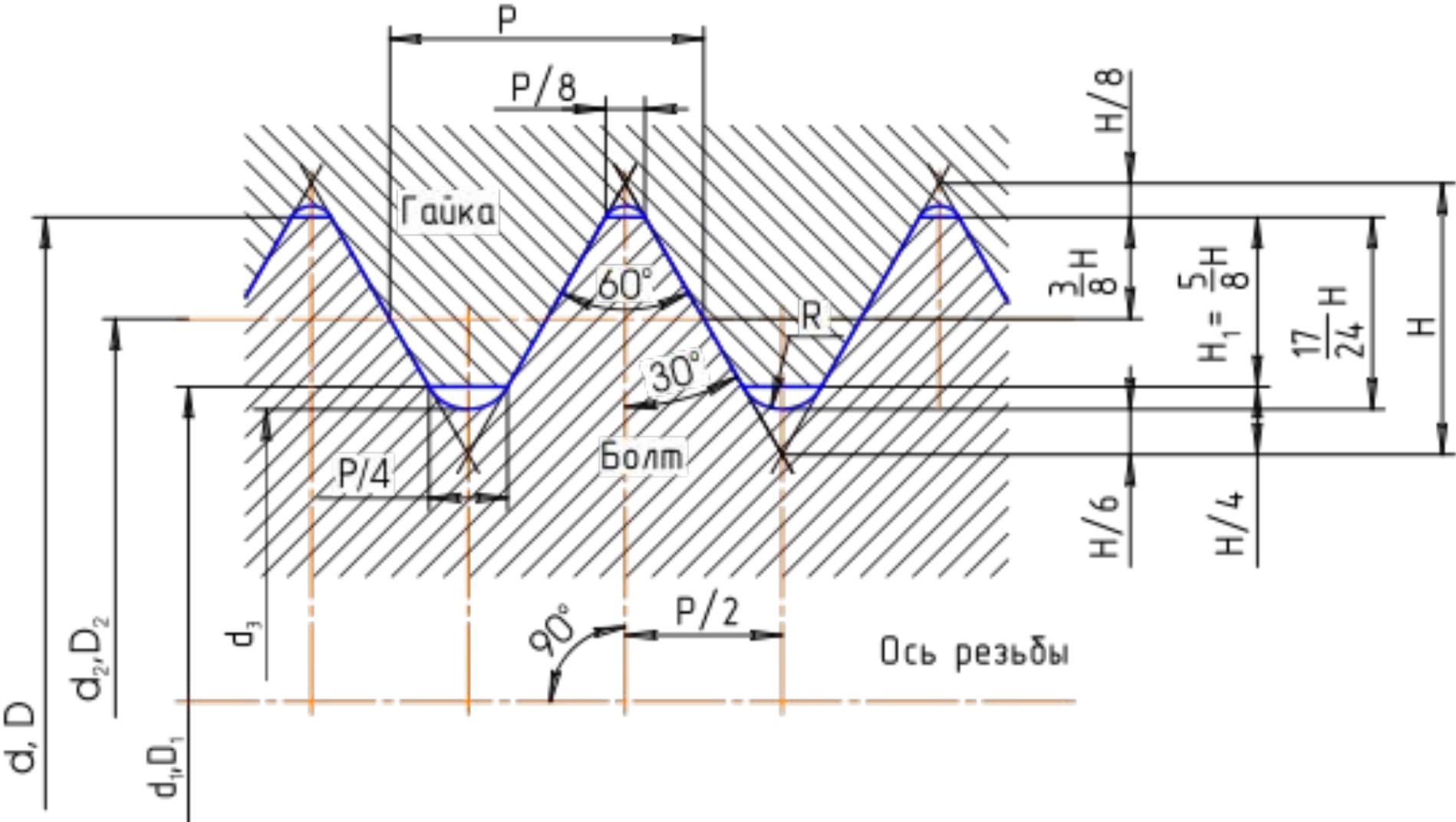
Параметры метрической резьбы.

Профиль метрической резьбы имеет вид расположенных в ряд треугольников со срезанными вершинами. Основными параметрами метрической резьбы являются:

- шаг резьбы P ,
- угол профиля α ,
- наружные диаметры резьбы болта и гайки соответственно обозначают d и D
- средние диаметры — d_2 и D_2 ,
- внутренние диаметры — d_1 и D_1 .



Допуски и посадки типовых соединений (15)



Допуски и посадки типовых соединений (16)

Шаг резьбы P — это расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами витков профиля резьбы, измеренное параллельно оси резьбы.

Метрические резьбы имеют крупные и мелкие шаги в зависимости от соотношения величины шага и размера номинального диаметра резьбы (номинальным размером резьбы считают размер наружного диаметра болта d). Крупными считают шаги от 0,25 до 6 мм, нарезанные на диаметрах от 1 до 68 мм, а мелкими — шаги от 0,25 до 6 мм, нарезанные на диаметрах от 1 до 600 мм;

угол профиля резьбы α — это угол между боковыми сторонами двух соседних витков профиля резьбы. Обычно он равен 60° , что имеет решающее значение для свинчивания болта с гайкой. В машиностроении вместо угла профиля часто используют половинный угол профиля $\alpha/2$ — это угол между перпендикуляром к оси резьбы и одной из сторон витка;

наружный диаметр резьбы — это диаметр $d(D)$ воображаемого цилиндра, описанного вокруг вершин наружной (впадин внутренней) резьбы. Размер наружного диаметра резьбы является и номинальным размером данной резьбы;

средний диаметр резьбы — это диаметр $d_2(D_2)$ воображаемого цилиндра, образующая которого рассекает профиль резьбы на таком уровне, где ширина канавки равна ширине витка;

внутренний диаметр резьбы — это диаметр $d_1(D_1)$ воображаемого цилиндра, вписанного во впадины наружной (выступы внутренней) резьбы;

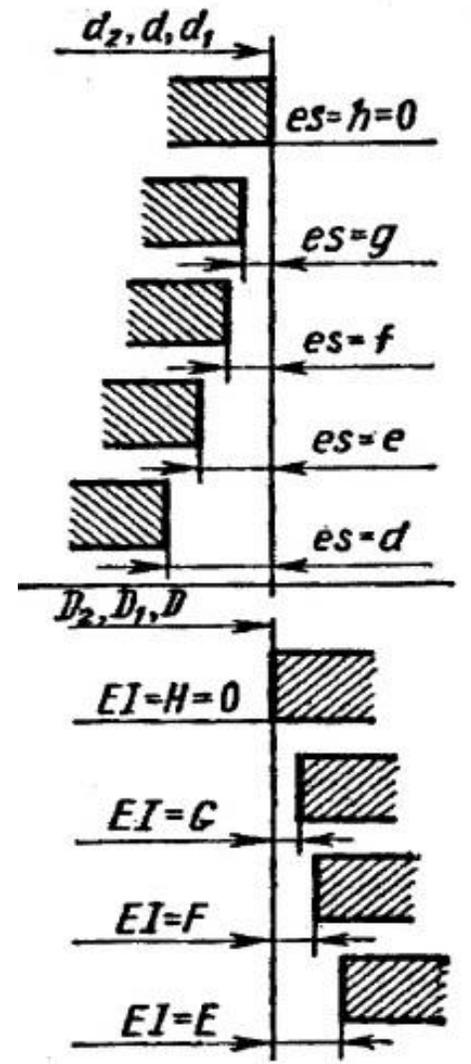
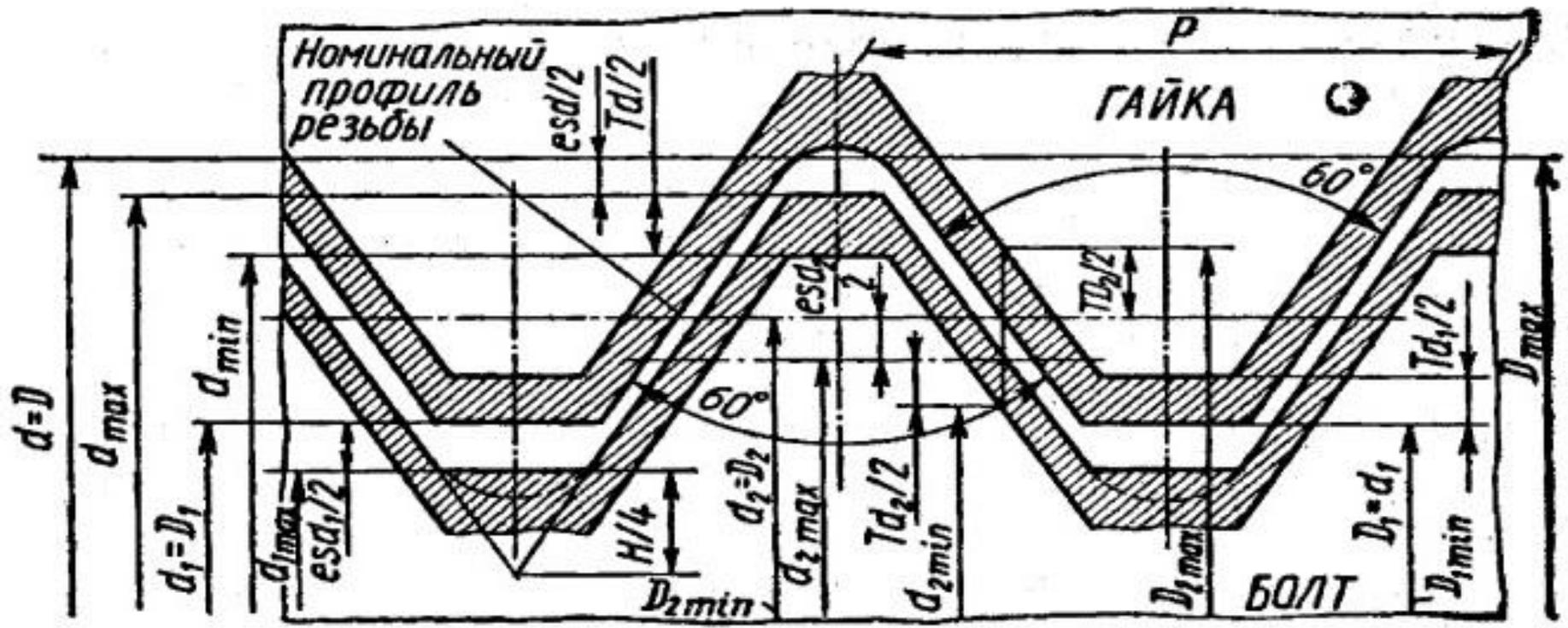
высота витка H резьбы — это полу разность наружного и внутреннего диаметров резьбы: $H=(D-D_1)/2$.

Допуски и посадки типовых соединений (18)

Структура построения допусков резьбы аналогична структуре допусков гладких цилиндрических соединений. В резьбовых соединениях тоже назначают основные отклонения и обозначают их буквами латинского алфавита — прописными для отклонений гаек и строчными для отклонений болтов. Величины допусков назначают в зависимости от номинального диаметра резьбы, шага и степени точности. Они расположены в ряды допусков, которые называются степенями точности, аналогично квалитетам в гладких соединениях. Сочетания основных отклонений и допусков образуют поля допусков размеров резьбы.

В построениях допусков гладких и резьбовых соединений все же имеются различия. В допусках резьбы вместо нулевой линии введен **номинальный профиль резьбы**, параметры которого установлены ГОСТ 9150—81. Этот профиль определяет исходные размеры наружного, среднего и внутреннего диаметров резьбы, теоретическую высоту витка H , а также высоту витка H_1 , получаемую после вычитания двух глубин закругления впадин. Эти размеры определяют по таблицам ГОСТ 9150—81 в зависимости от величины шага P и номинального диаметра d данной резьбы.

Допуски и посадки типовых соединений (19)



Допуски и посадки типовых соединений (20)

Основные отклонения и поля допусков диаметров резьбы откладываются от размеров номинального профиля.

Допуски метрических крепежных резьб установлены рядом ГОСТов, в которых назначены допуски среднего диаметра **болта** T_{d2} и **гайки** T_{D2} . Это суммарные допуски, включающие в себя и допуск собственно среднего диаметра, и компенсации допустимых отклонений шага P и половины угла профиля $\alpha/2$ (допуски шага P и половину угла профиля $\alpha/2$ отдельно не назначают).

В стандартах назначены также допуски наружного диаметра резьбы болта T_d и внутреннего диаметра резьбы гайки T_{D1} . Допуски внутреннего диаметра резьбы болта d_1 и наружного диаметра резьбы гайки D не назначены, так как при нарезании резьбы требуется только обеспечение правильного угла профиля α по всей стороне витка или впадины вплоть до начала закругления дна впадины.

Все эти допуски приведены в таблицах отклонений ГОСТов : **es** и **ei**— для верхнего и нижнего отклонений резьбы болта, **ES** и **EI**—для верхнего и нижнего отклонений резьбы гайки.

Допуски и посадки типовых соединений (21)

Для метрической крепежной резьбы предусмотрены три группы посадок: **посадки с зазором** по ГОСТ 16093—81, **посадки переходные** по ГОСТ 24834—81 и **посадки с натягом** по ГОСТ 4608—81.

Наибольшее распространение имеют крепежные резьбы, сопрягаемые по посадкам с зазором, поэтому мы рассмотрим подробно ГОСТ 16093—81. Этот стандарт устанавливает следующие основные отклонения диаметров резьбы с обозначениями: для болтов h, g, f, e и d; для гаек — H, G, E и F.

Величины допусков диаметров резьбы установлены в следующих степенях точности:

Допуски	Степени точности
Наружного диаметра резьбы болта d	4,6,8
Среднего диаметра резьбы болта d_2	3,4,5,6,7,8,9,10
Внутреннего диаметра резьбы гайки D_1	4,5,6,7,8
Среднего диаметра резьбы гайки D_2	4,5,6,7,8,9

Допуски и посадки типовых соединений (22)

Поля допусков диаметров резьбы образуются из степеней точности (величин допусков) и основных отклонений, а поэтому имеют на чертеже сложное обозначение, состоящее из цифры (степень точности) и буквы (основное отклонение), например: 6h; 8e; 7H .

Поле допуска резьбы детали (болта или гайки) обозначается четырьмя знаками — для среднего диаметра и для диаметра выступа (наружного диаметра резьбы болта или внутреннего диаметра резьбы гайки). Сначала пишут обозначение поля допуска среднего диаметра резьбы, а затем обозначение поля допусков диаметра выступа. Например, обозначение для болта 6g7h определяет, что у этого болта допуск среднего диаметра 6-й степени точности и основное отклонение g, а допуск наружного диаметра 7-й степени точности и основное отклонение h. Если обозначение поля допуска среднего диаметра резьбы совпадает с обозначением поля допуска диаметра выступа, то ставится одно (общее для них) обозначение поля допуска данной резьбы, например 6g.

ГОСТ 16093—81 устанавливает **три группы длин свинчивания**: нормальные длины N, большие длины L и малые длины S. Если в обозначении нет ни одного из этих знаков, то допуск резьбы относится к нормальной длине свинчивания N.

Для сопоставления резьб по их точности все поля допусков болтов и гаек разделены на три условных класса точности — точные резьбы, средние и грубые.

Допуски и посадки типовых соединений (23)

Развернутое обозначение резьбовых соединений на чертежах:

болт M24xPh3P1,5-7g6h-18-LH

Читается так: резьба метрическая, $d=24$ мм, двухзаходная ход 3 мм и шаг 1,5 мм, поле допуска среднего диаметра резьбы 7g, поле допуска диаметра вершин зубьев 6h, длина свинчивания большая либо равная 18 мм, резьба левая;

короткое:

болт M24

Читается так: резьба метрическая $d=24$ мм, шаг стандартный $P=3$ мм, поле допуска резьбы болта по классу точности «средний» 6g (степень точности и основное отклонение d и d_2 резьбы болта одинаковы), длина свинчивания нормальная $N = 12$ мм (максимальное значение 36 мм), правая.

Допуски формы и расположения поверхностей (1)

Точность геометрических параметров деталей характеризуется не только точностью размеров элементов, но и точностью формы и взаимного расположения поверхностей.

Отклонения формы и расположения поверхностей возникают в процессе обработки деталей из-за неточности и деформации станка, инструмента и приспособления; деформации обрабатываемого изделия; неравномерности припуска на обработку, неоднородности материала заготовки и т.п.

В подвижных соединениях эти отклонения приводят к уменьшению износостойкости деталей вследствие повышенного удельного давления из выступах неровностей, к нарушению плавности хода, шуму и т.д.

В неподвижных соединениях отклонения формы и расположения поверхностей вызывают неравномерность нагяга, вследствие чего снижаются прочность соединения, герметичность и точность центрирования

В сборках эти погрешности приводят к погрешностям базирования деталей друг относительно друга, деформациям, неравномерным зазорам, что вызывает нарушения нормальной работы отдельных узлов и механизма в целом, например, **подшипники качения весьма чувствительны к отклонениям формы и взаимного расположения посадочных поверхностей.**

Отклонения формы и расположения поверхностей снижают технологические показатели изделий. Так, они существенно влияют на точность и трудоемкость сборки и повышают объем пригоночных операций, снижают точность измерения размеров, влияют на точность базирования детали при изготовлении и контроле.

Допуски формы и расположения поверхностей (2)

При анализе точности геометрических параметров деталей оперируют следующими понятиями.

Профиль поверхности – линия пересечения поверхности с плоскостью или заданной поверхностью. Если в технической документации не указано иное, то направление секущей плоскости определяется по нормали к поверхности.

Нормируемый участок L – участок поверхности или линии, к которому относится допуск формы, допуск расположения или соответствующее отклонение. Если нормируемый участок не задан, то допуск или отклонение относится ко всей рассматриваемой поверхности или длине рассматриваемого элемента. Если расположение нормируемого участка не задано, то он может занимать любое расположение в пределах всего элемента.

Номинальная поверхность – идеальная поверхность, размеры и форма которой соответствуют заданным номинальным размерам и номинальной форме.

Номинальный профиль – профиль номинальной поверхности

Реальная поверхность – поверхность, ограничивающая деталь и отделяющая ее от окружающей среды.

Реальный профиль – профиль реальной поверхности.

Реальная ось – Геометрическое место центров сечений поверхности вращения, перпендикулярных к оси прилегающей поверхности.

Базовый элемент для оценки отклонений формы – элемент номинальной формы, служащий основой для оценки отклонений формы реальной поверхности или реального профиля. Базовый элемент для оценки отклонений формы используется также для исключения влияния отклонений формы при определении отклонений расположения.

Прилегающая поверхность – поверхность, имеющая форму номинальной поверхности, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Условие минимального значения отклонения не распространяется на прилегающий цилиндр.

Допуски формы и расположения поверхностей (3)

Прилегающая плоскость – плоскость, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

Прилегающий цилиндр – Цилиндр минимального диаметра, описанный вокруг реальной наружной поверхности, или цилиндр максимального диаметра, вписанный в реальную внутреннюю поверхность. В тех случаях, когда расположение прилегающего цилиндра относительно реальной поверхности неоднозначно, он принимается по условию минимального значения отклонения.

Прилегающий профиль – Профиль, имеющий форму номинального профиля, соприкасающийся с реальным профилем и расположенный вне материала детали так, чтобы отклонение от него наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение. Условие минимального значения отклонения не распространяется на прилегающую окружность.

Прилегающая окружность – Окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения, или окружность максимального диаметра, вписанная в реальный профиль внутренней поверхности вращения.

Прилегающая прямая – Прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала детали так, чтобы отклонение от нее наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имело минимальное значение.

Допуски формы и расположения поверхностей (4)

База – элемент детали (или выполняющее ту же функцию сочетание элементов), по отношению к которому задается допуск расположения или суммарный допуск формы и расположения рассматриваемого элемента, а также определяется со ответствующее отклонение.

Отклонение формы – отклонение формы реального элемента от номинальной формы, оцениваемое наибольшим расстоянием от точек реального элемента по нормали к прилегающему элементу.

Допуск формы – наибольшее допускаемое значение отклонения формы.

Поле допуска формы – область в пространстве или на плоскости, внутри которой должны находиться все точки реального рассматриваемого элемента в пределах нормируемого участка, ширина или диаметр которой определяется значением допуска, а расположение относительно реального элемента – прилегающим элементом.

Номинальное расположение – расположение рассматриваемого элемента (поверхности или профиля), определяемое номинальными линейными и угловыми размерами между ним и базами или между рассматриваемыми элементами, если базы не заданы.

Реальное расположение – расположение рассматриваемого элемента (поверхности или профиля), определяемое действительными линейными и угловыми размерами между ним и базами или между рассматриваемыми элементами, если базы не заданы.

Отклонение расположения – отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения.

Допуск расположения – предел, ограничивающий допускаемое значение отклонения расположения.

Допуски формы и расположения поверхностей (5)

Допуски расположения или формы могут быть зависимыми или независимыми.

Зависимый допуск – это допуск расположения или формы, указываемый на чертеже в виде значения, которое допускается превышать на величину, зависящую от отклонения действительного размера рассматриваемого элемента от максимума материала.

Зависимый допуск – переменный допуск, его минимальное значение указывается в чертеже и допускается превышать за счет изменения размеров рассматриваемых элементов, но так, чтобы их линейные размеры не выходили за пределы предписанных допусков.

Зависимые допуски расположения, как правило, назначают в тех случаях, когда необходимо обеспечить собираемость деталей, сопрягающихся одновременно по нескольким поверхностям.

В отдельных случаях при зависимых допусках имеется возможность перевести деталь из брака в годные путем дополнительной обработки, например, развертыванием отверстий. **Как правило, зависимые допуски рекомендуется назначать для тех элементов деталей, к которым предъявляются только требования собираемости.**

Зависимые допуски обычно контролируют комплексными калибрами, которые являются прототипами сопрягаемых деталей. Эти калибры только проходные, они гарантируют беспригоночную сборку изделий. Буква “М” показывает, что допуск зависимый, а способ указания – что значение допуска соосности можно превышать за счет изменения размеров обоих отверстий.

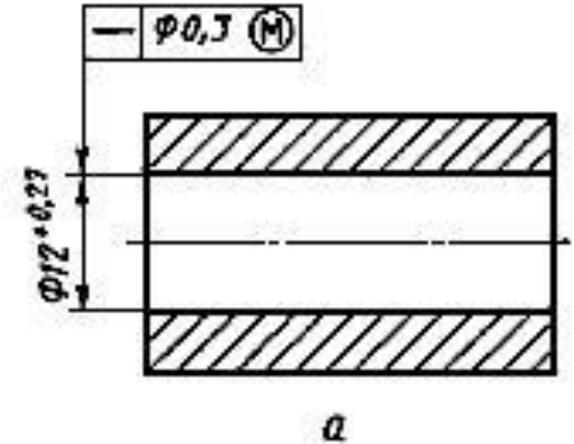
Независимый допуск – это допуск расположения или формы, числовое значение которого постоянно для всей совокупности деталей и не зависит от действительных размеров рассматриваемых поверхностей.

Допуски формы и расположения поверхностей (6)

Задан зависимый допуск прямолинейности оси отверстия согласно рисунку а).

Деталь должна удовлетворять следующим требованиям:

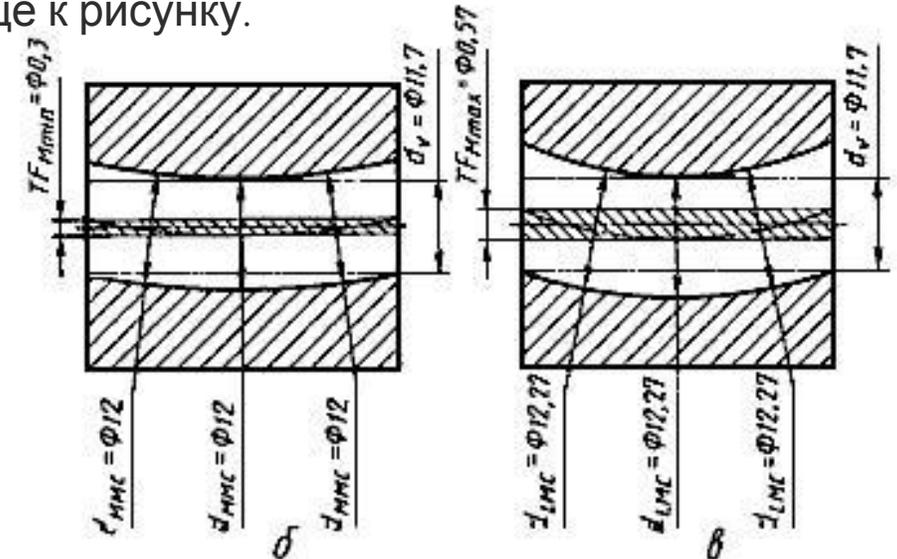
- местные размеры отверстия должны лежать между 12 и 12,27 мм;
- реальная поверхность отверстия не должна выходить за предельный действующий контур - цилиндр с диаметром $d_v = 12,0 - 0,3 = 11,7$ мм.



Действительные значения зависимого допуска прямолинейности оси при различных значениях местного размера отверстия приведены в таблице к рисунку.

В предельных случаях:

- если все местные размеры отверстия выполнены равными наименьшему предельному размеру 12,0 мм, то допуск прямолинейности оси составит 0,3 мм (минимальное значение зависимого допуска, рисунок б);
- если все значения отверстия выполнены равными наибольшему предельному размеру 12,27 мм, то допуск прямолинейности оси составит 0,57 мм (максимальное значение зависимого допуска, рисунок в).



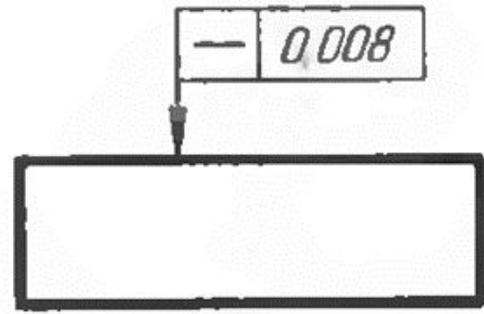
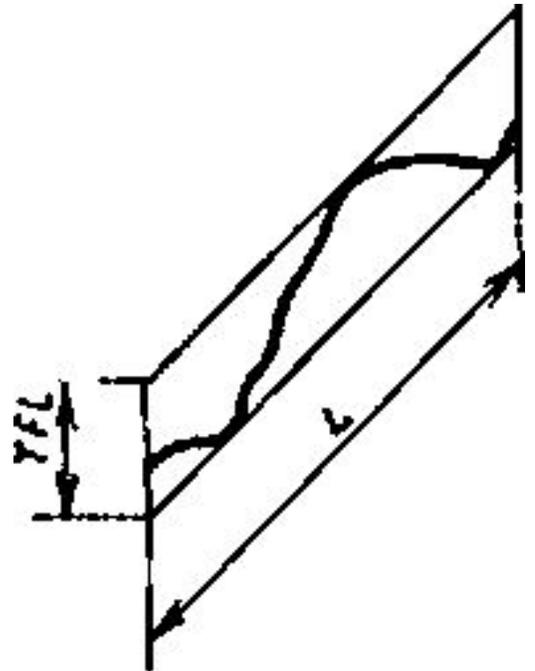
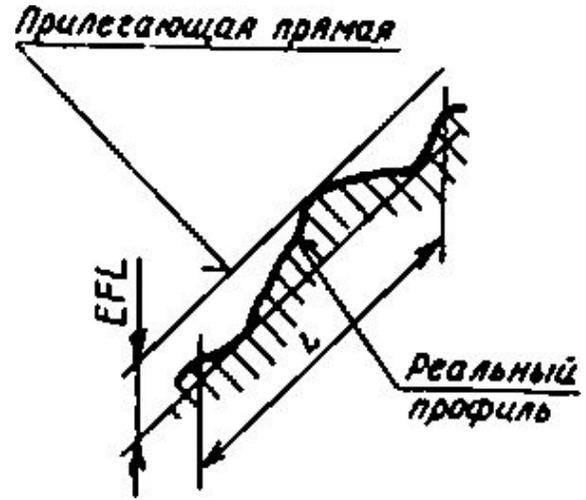
d mc	12,0	12,05	12,10	12,15	12,20	12,27
TF	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,57

Допуски формы и расположения поверхностей (7)

Отклонения и допуски формы

Отклонение от прямолинейности в плоскости – наибольшее расстояние EFL от точек реального профиля до прилегающей прямой в пределах нормируемого участка.

Допуск прямолинейности – наибольшее допускаемое значение отклонения от прямолинейности. Область на плоскости, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску прямо линейности TFL

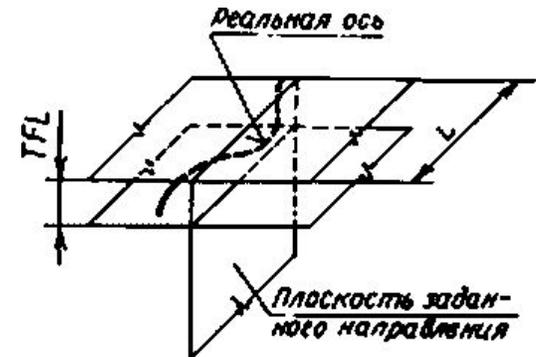
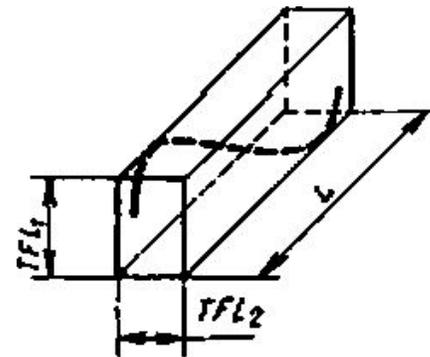
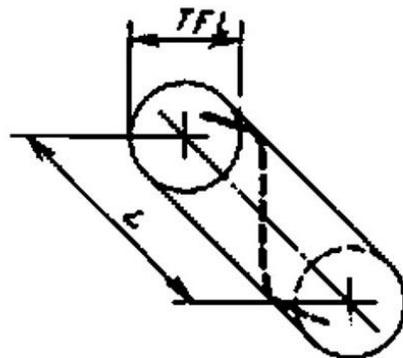
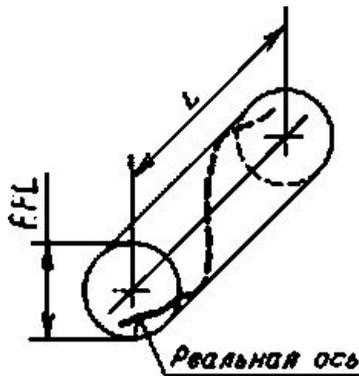


Допуски формы и расположения поверхностей (8)

Отклонение от прямолинейности оси (или линии) в пространстве – Наименьшее значение диаметра EFL цилиндра, внутри которого располагается реальная ось поверхности вращения (линия) в пределах нормируемого участка.

Поле допуска прямолинейности оси (или линии) в пространстве –

- 1) Область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску прямолинейности TFL.
- 2) Область в пространстве, ограниченная прямоугольным параллелепипедом. стороны сечения которого равны допускам прямолинейности оси (линии) в двух взаимно перпендикулярных направлениях TFL₁ и TFL₂, а боковые грани соответственно перпендикулярны плоскостям заданных направлений.
- 3) Область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску прямолинейности оси (или линии) TFL и перпендикулярными к плоскости заданного направления.

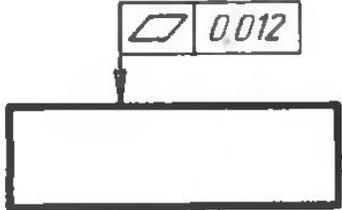
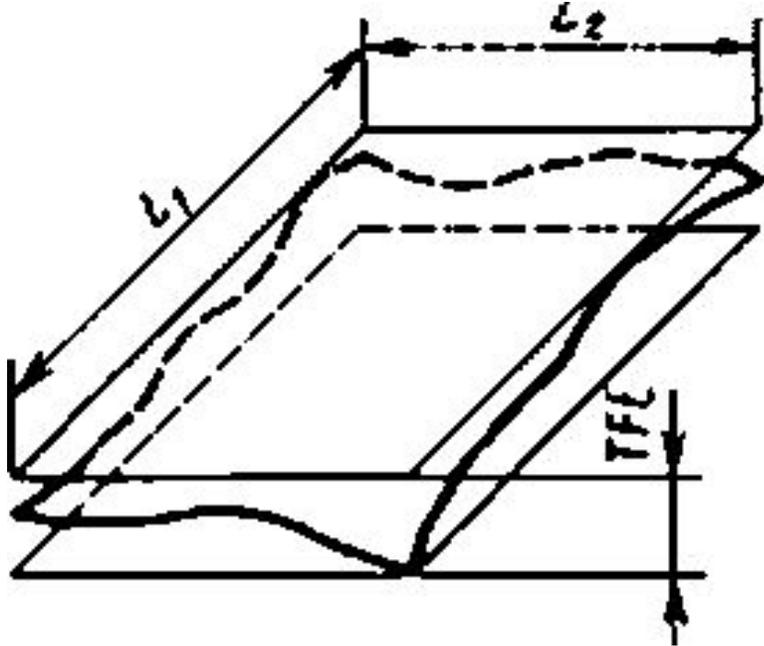
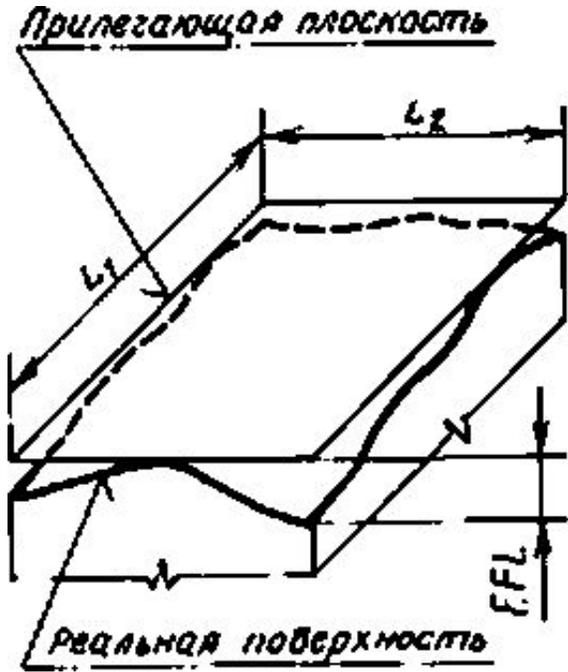


Допуски формы и расположения поверхностей (9)

Отклонение от плоскостности – наибольшее расстояние EFL от точек реальной поверхности до прилегающей плоскости в пределах нормируемого участка.

Допуск плоскостности – наибольшее допускаемое значение отклонения от плоскостности.

Поле допуска плоскостности – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску плоскостности TFE.

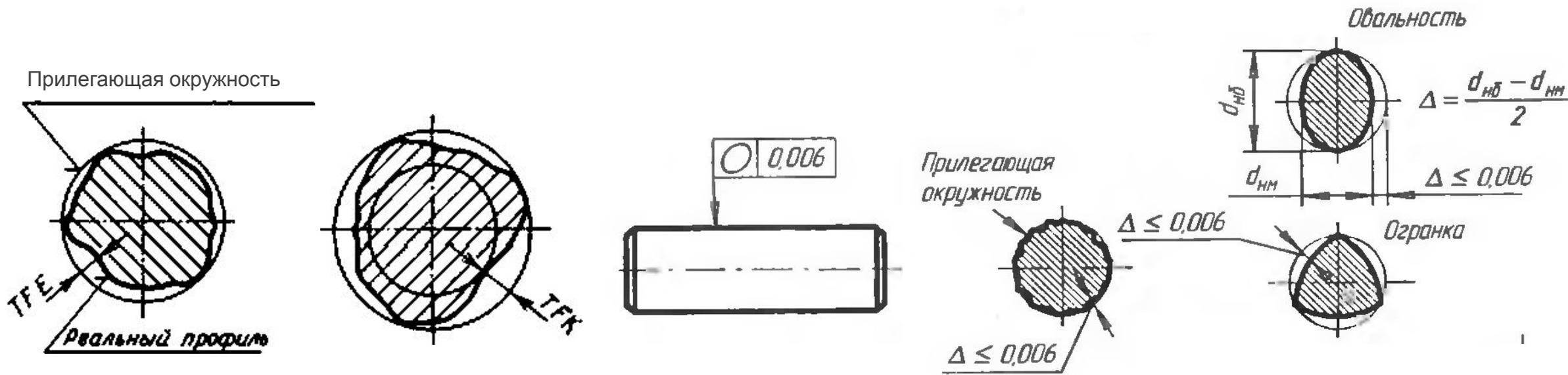


Допуски формы и расположения поверхностей (10)

Отклонение от круглости – наибольшее расстояние TFE от точек реального профиля до прилегающей окружности.

Допуск круглости – наибольшее допускаемое значение отклонения от круглости.

Поле допуска круглости – область на поверхности, перпендикулярной к оси поверхности вращения или проходящей через центр сферы, ограниченная двумя концентрическими окружностями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску круглости TFK.

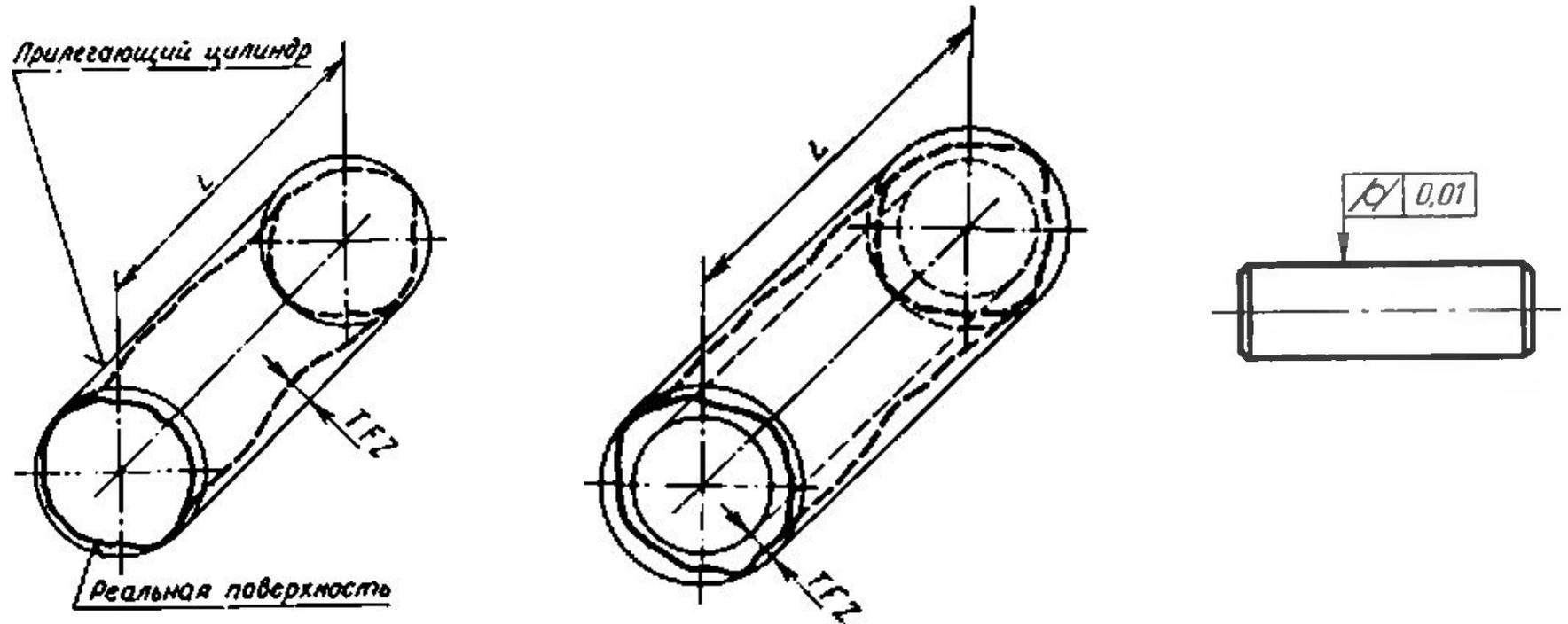


Допуски формы и расположения поверхностей (11)

Отклонение от цилиндричности – наибольшее расстояние TFZ от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.

Допуск цилиндричности – наибольшее допускаемое значение отклонения от цилиндричности.

Поле допуска цилиндричности – область в пространстве, ограниченная двумя соосными цилиндрами, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску цилиндричности TFZ.

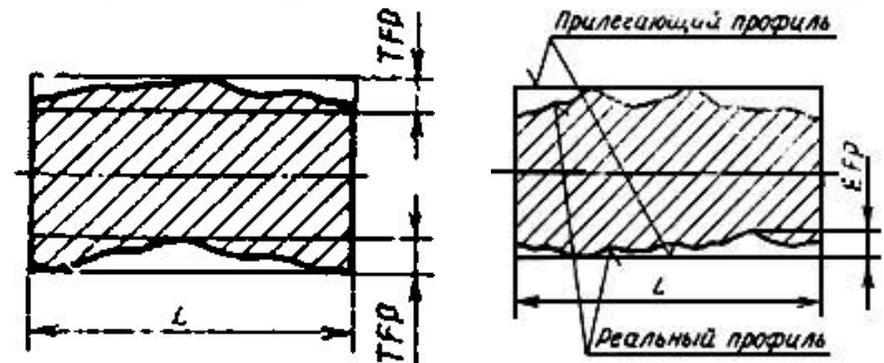
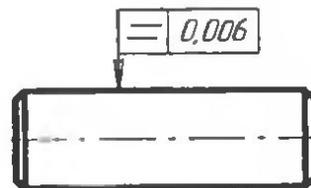
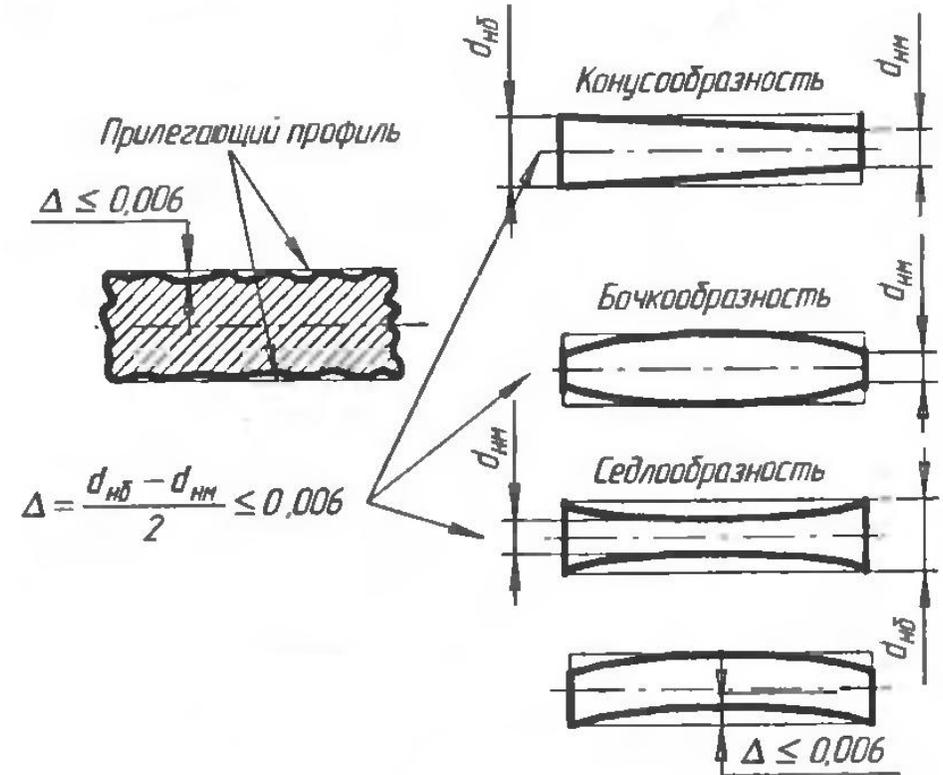


Допуски формы и расположения поверхностей (12)

Отклонение профиля продольного сечения – наибольшее расстояние EFP от точек реальной поверхности, лежащих в плоскости, проходящей через ее ось, до соответствующей стороны прилегающего профиля в пределах нормируемого участка.

Допуск профиля продольного сечения – наибольшее допускаемое значение отклонения профиля продольного сечения.

Поле допуска профиля продольного сечения – области на плоскости, проходящей через ось цилиндрической поверхности, ограниченные двумя парами параллельных прямых, имеющих общую ось симметрии и отстоящих друг от друга на расстоянии, равном допуску профиля продольного сечения TFP.



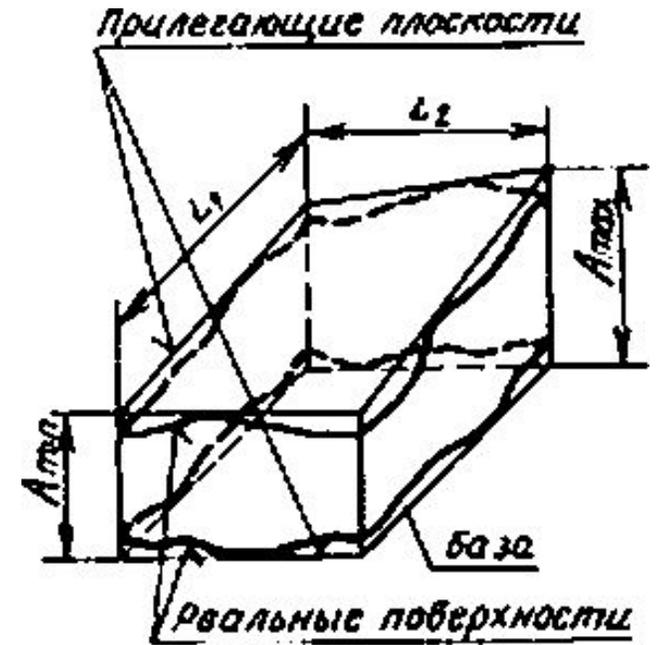
Допуски формы и расположения поверхностей (13)

Отклонения и допуски расположения поверхностей

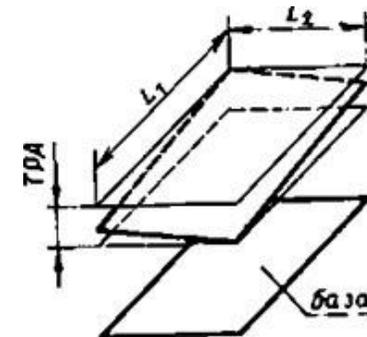
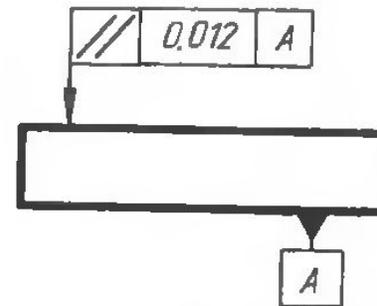
Отклонение от параллельности плоскостей – разность EPA наибольшего и наименьшего расстояний между плоскостями в пределах нормируемого участка.

Допуск параллельности – наибольшее допускаемое значение отклонения от параллельности.

Поле допуска параллельности плоскостей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску параллельности TPA , и параллельными базовой плоскости.



$$EPA = A_{\max} - A_{\min}$$

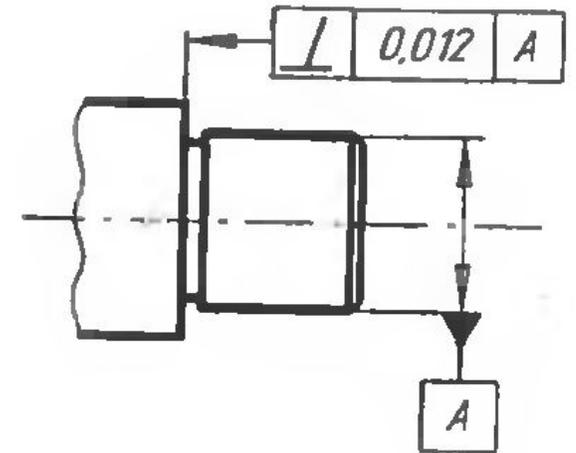
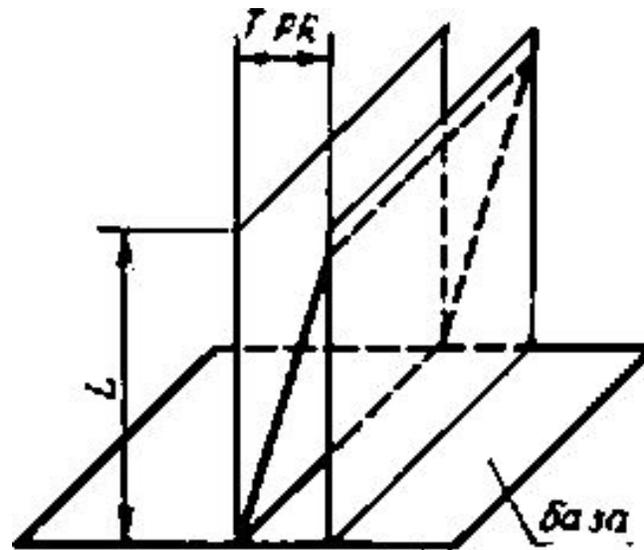
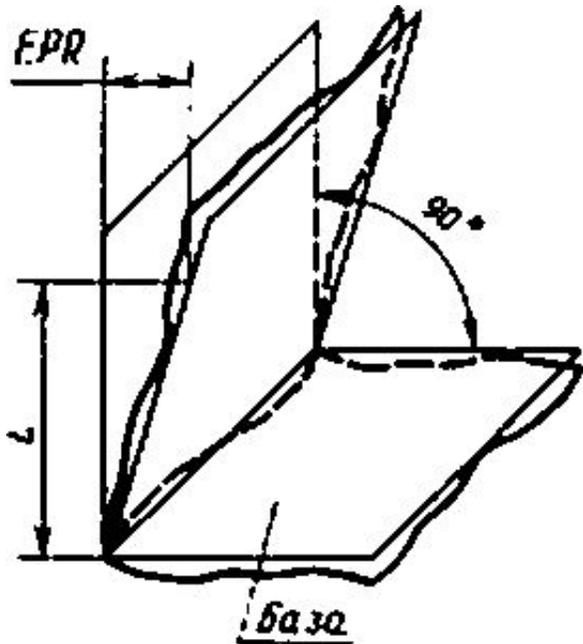


Допуски формы и расположения поверхностей (14)

Отклонение от перпендикулярности плоскостей – отклонение угла между плоскостями от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах EPR на длине нормируемого участка.

Допуск перпендикулярности – наибольшее допускаемое значение отклонения от перпендикулярности.

Поле допуска перпендикулярности плоскостей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску перпендикулярности TPR, и перпендикулярными к базовой плоскости.

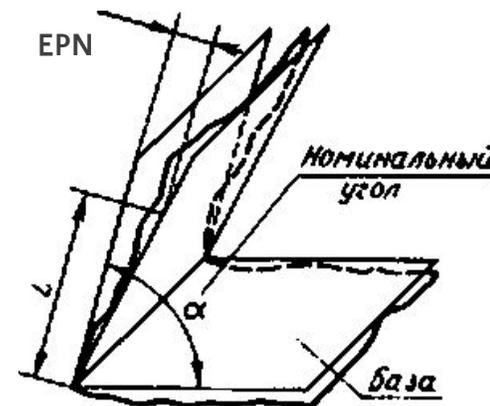
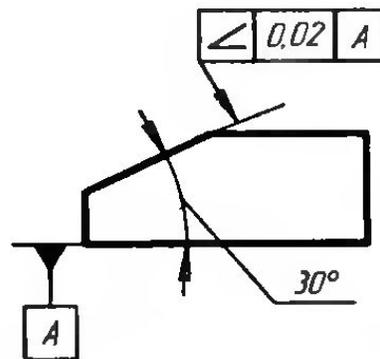
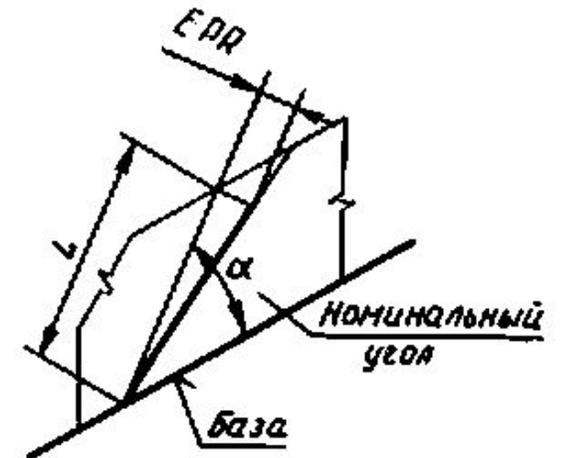
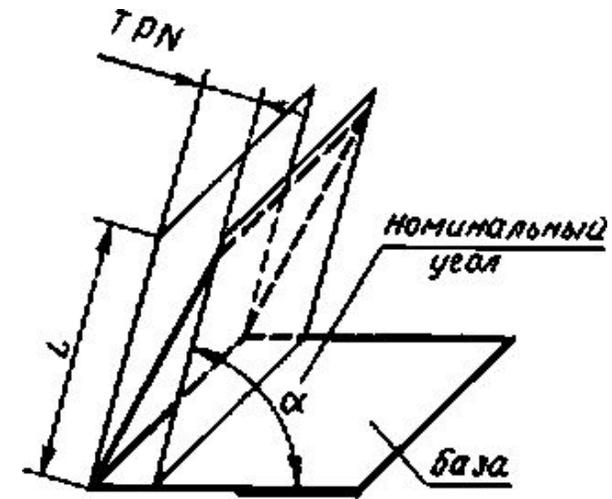


Допуски формы и расположения поверхностей (15)

Отклонение наклона плоскости относительно плоскости или оси (или прямой) – отклонение угла между плоскостью и базовой плоскостью или базовой осью (прямой) от номинального угла, выраженное в линейных единицах EPN на длине нормируемого участка.

Допуск наклона – наибольшее допускаемое значение отклонения наклона.

Поле допуска наклона плоскости относительно плоскости или оси (или прямой) – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску наклона TPN, и расположенными под номинальным углом к базовой плоскости или базовой оси (прямой).



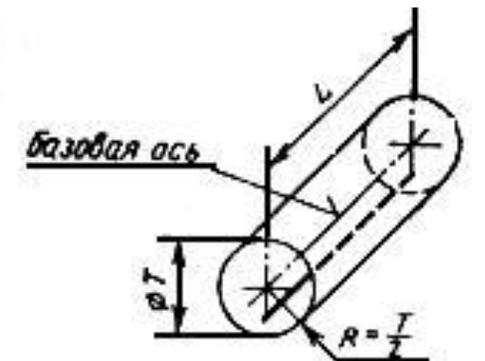
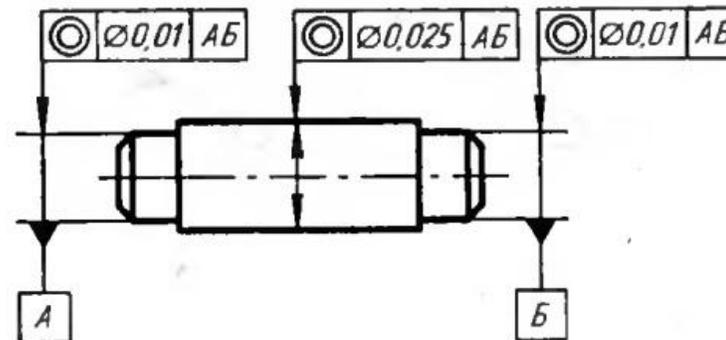
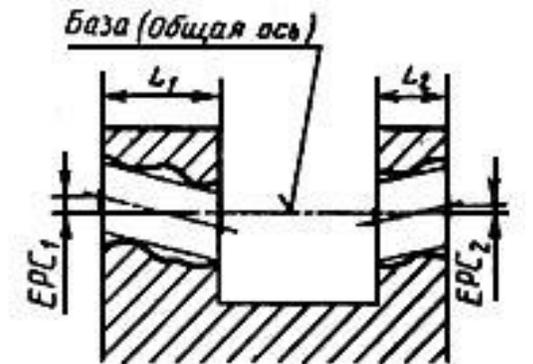
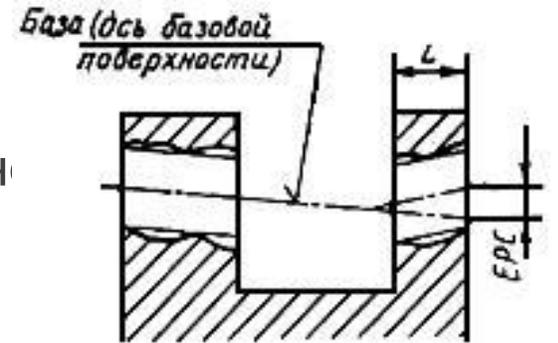
Допуски формы и расположения поверхностей (16)

Отклонение от соосности – наибольшее расстояние между осью рассматриваемой поверхности вращения и базой (осью базовой поверхности или общей осью двух или нескольких поверхностей) на длине нормируемого участка.

Допуск соосности –

- 1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности.
- 2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения от соосности.

Поле допуска соосности – область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску соосности в диаметральном выражении T или удвоенному допуску соосности в радиусном выражении R , а ось совпадает с базовой осью.



Допуски формы и расположения поверхностей (17)

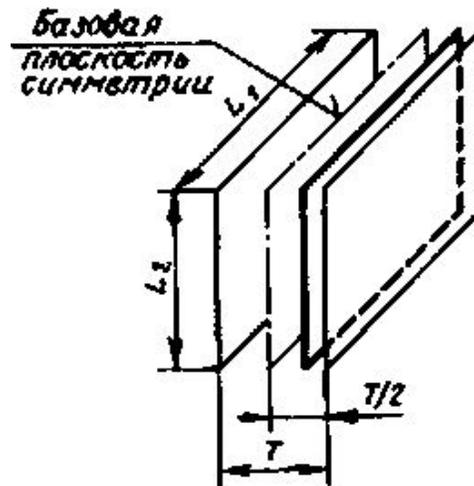
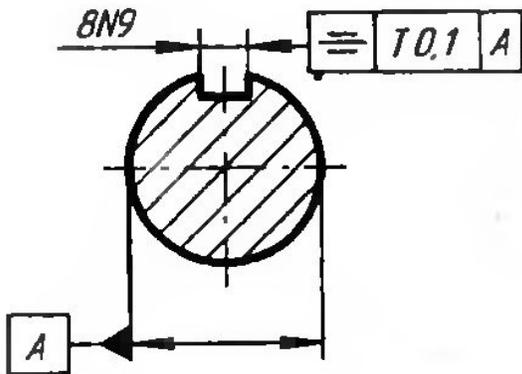
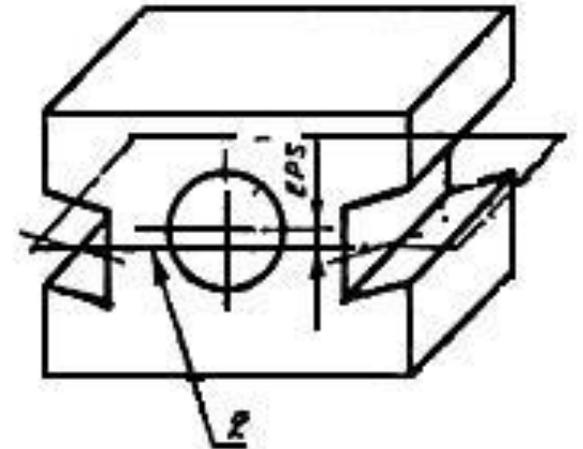
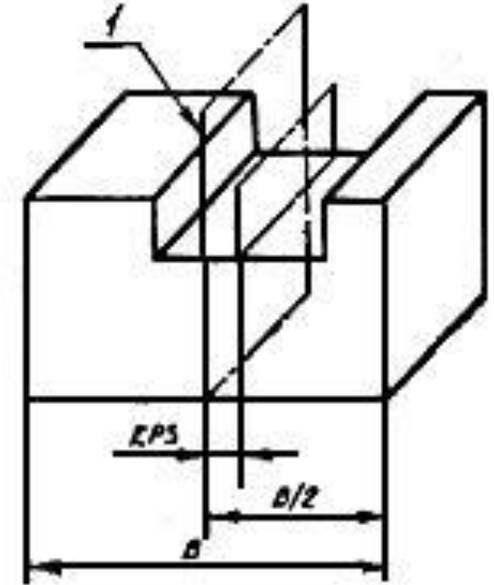
Отклонение от симметричности – наибольшее расстояние между плоскостью с/ рассматриваемого элемента (или элементов) и базой (плоскостью симметрии базы/ общей плоскостью симметрии двух или нескольких элементов) в пределах нормы

Допуск симметричности –

1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение симметричности.

2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонен

Поле допуска симметричности – область в пространстве, ограниченная двумя п/ плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску симметрич/ диаметральном выражении T или удвоенному допуску симметричности в радиусн/ выражении $T/2$, и симметричная относительно базовой плоскости симметрии или



1 – база (плоскость симметрии базового элемента); 2 – база (общая плоскость симметрии)

Допуски формы и расположения поверхностей (18)

Позиционное отклонение – наибольшее расстояние EPP между реальным расположением элемента (его центра, оси или плоскости симметрии) и его номинальным расположением в пределах нормируемого участка.

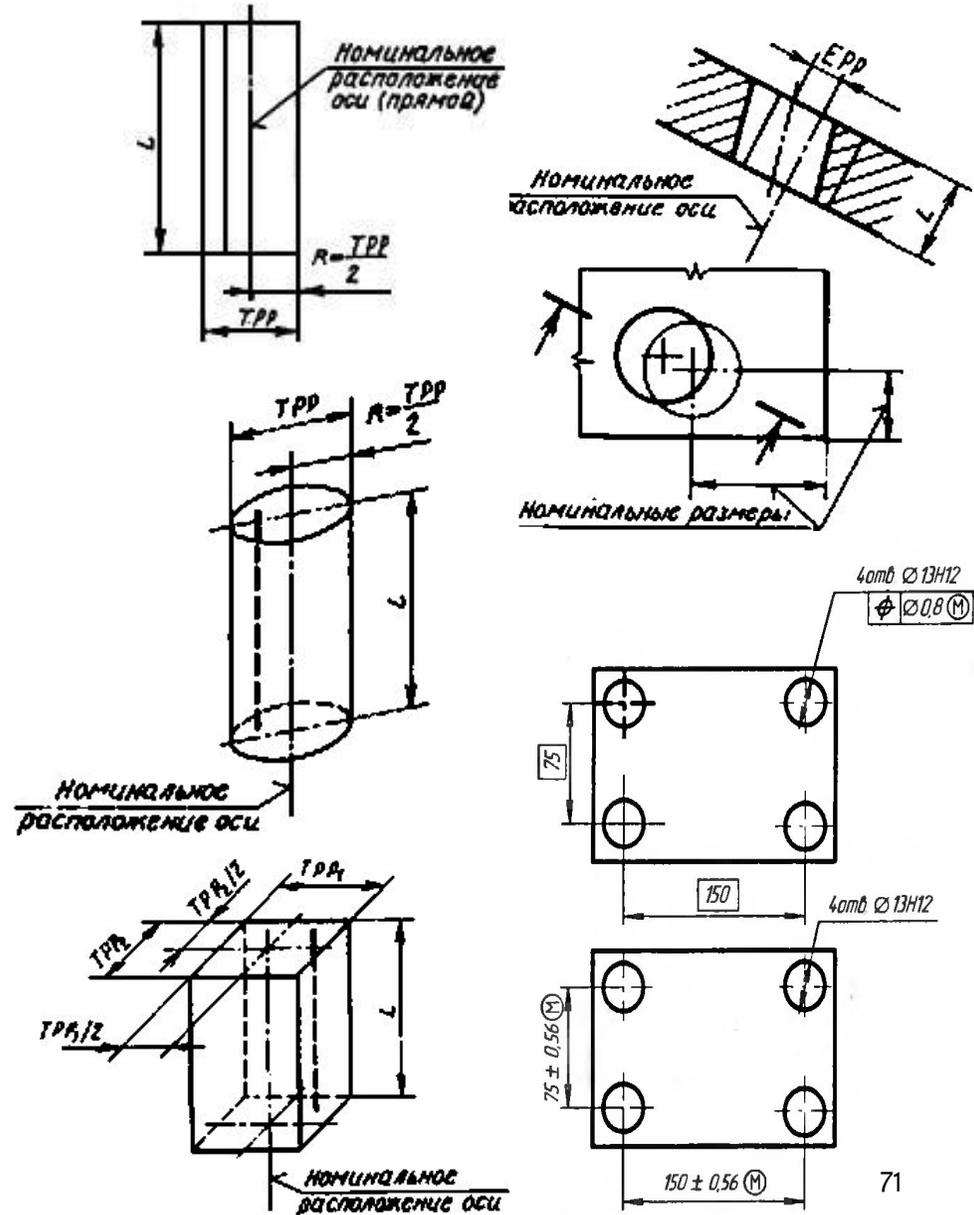
Позиционный допуск –

- 1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента.
- 2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение позиционного отклонения элемента.

Поле позиционного допуска оси (или прямой) в плоскости – область на плоскости, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном позиционному допуску в диаметральном выражении TPP или удвоенному позиционному допуску в радиусном выражении $TPP/2$, и симметричная относительно номинального расположения рассматриваемой оси (прямой).

Поле позиционного допуска оси (или прямой) в пространстве –

- 1) Область в пространстве, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен позиционному допуску в диаметральном выражении TPP или удвоенному позиционному допуску в радиусном выражении R , а ось совпадает с номинальным расположением рассматриваемой оси (прямой).
- 2) Область в пространстве, ограниченная прямоугольным параллелепипедом, стороны сечения которого равны позиционным допускам $TPP1$ и $TPP2$ в диаметральном выражении или удвоенным позиционным допускам в радиусном выражении $TPP1/2$ и $TPP2/2$ в двух взаимно перпендикулярных направлениях, а боковые грани соответственно перпендикулярны плоскостям заданных направлений.



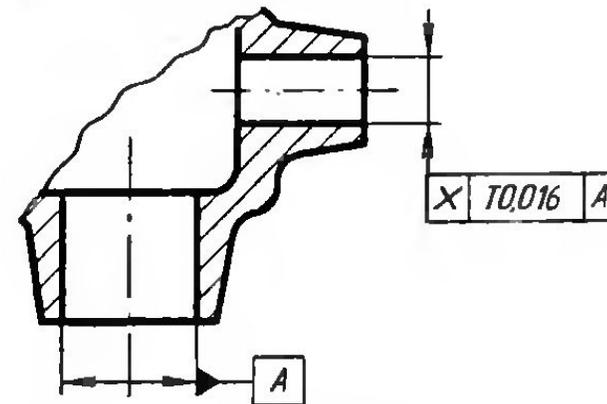
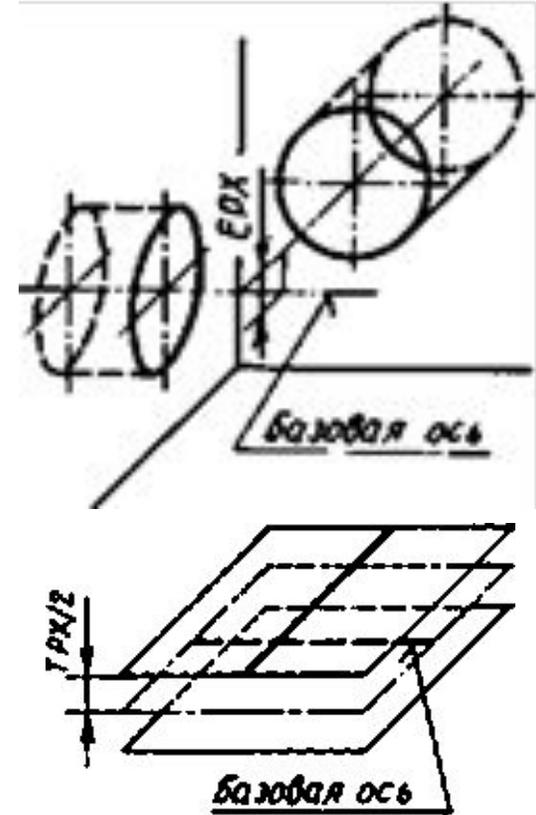
Допуски формы и расположения поверхностей (19)

Отклонение от пересечения осей – наименьшее расстояние EPX между осями, номинально пересекающимися.

Допуск пересечения осей –

- 1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей.
- 2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения от пересечения осей.

Поле допуска пересечения осей – область в пространстве, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску пересечения в диаметральном выражении TPX или удвоенному допуску пересечения в радиусном выражении $TPX/2$, и расположенными симметрично относительно базовой оси.



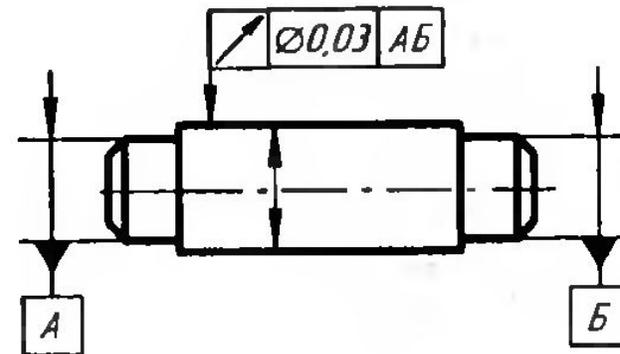
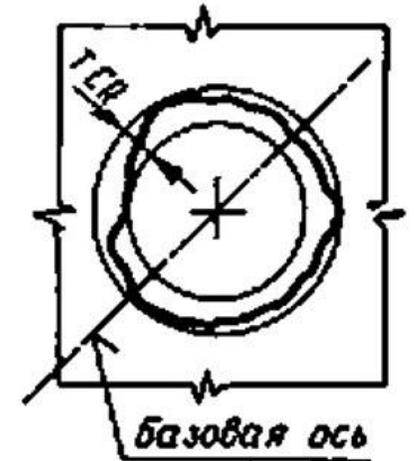
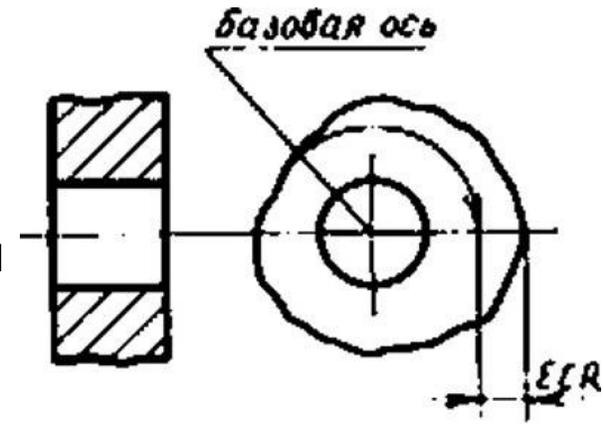
Допуски формы и расположения поверхностей (20)

Суммарные отклонения и допуски формы и расположения

Радиальное биение – разность ECR наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля поверхности вращения до базовой оси в сечении плоскостью, перпендикулярной к базовой оси.

Допуск радиального биения – наибольшее допускаемое значение радиального биения.

Поле допуска радиального биения – область на плоскости, перпендикулярной к базовой оси, ограниченная двумя концентрическими окружностями с центром, лежащим на базовой оси, и отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску радиального биения TCR.

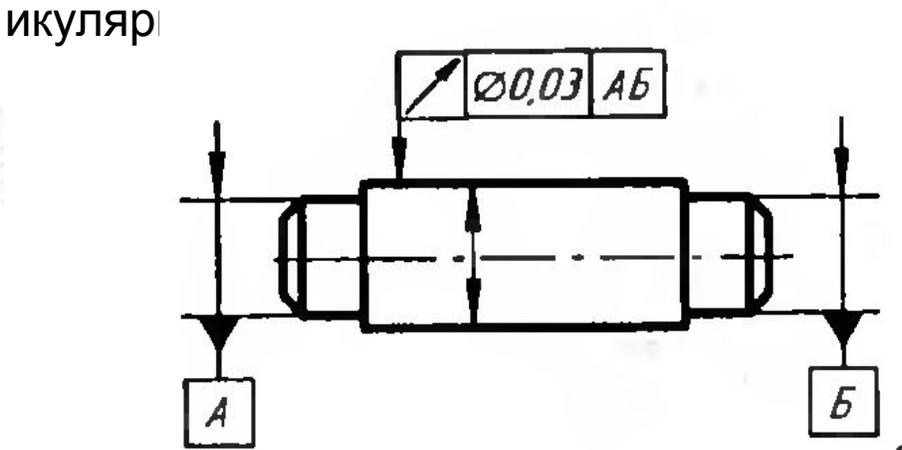
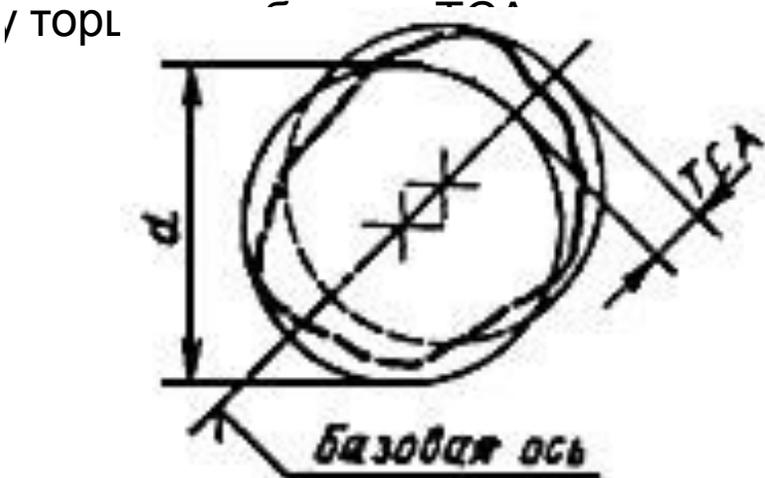
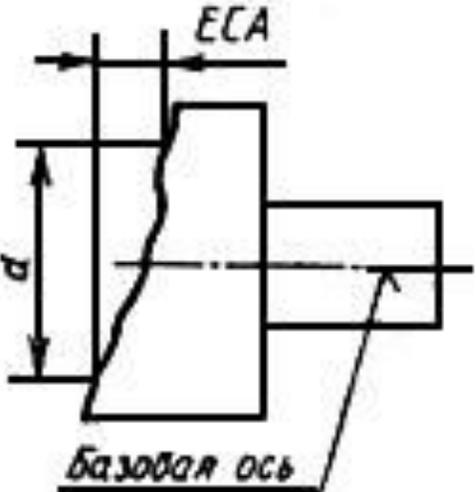


Допуски формы и расположения поверхностей (21)

Торцовое биение – разность ЕСА наибольшего и наименьшего расстояний от точек реального профиля торцевой поверхности до плоскости, перпендикулярной к базовой оси. Торцовое биение определяется в сечении торцевой поверхности цилиндром заданного диаметра, соосным с базовой осью, а если диаметр не задан, то в сечении любого (в том числе и наибольшего) диаметра торцевой поверхности.

Допуск торцевого биения – наибольшее допускаемое значение торцевого биения.

Поле допуска торцевого биения – область на боковой поверхности цилиндра, диаметр которого равен заданному или любому (в том числе и наибольшему) диаметру торцевой поверхности, а ось совпадает с базовой осью, ограниченная двумя параллельными плоскостями, отстоящими друг от друга на расст



Допуски формы и расположения поверхностей (22)

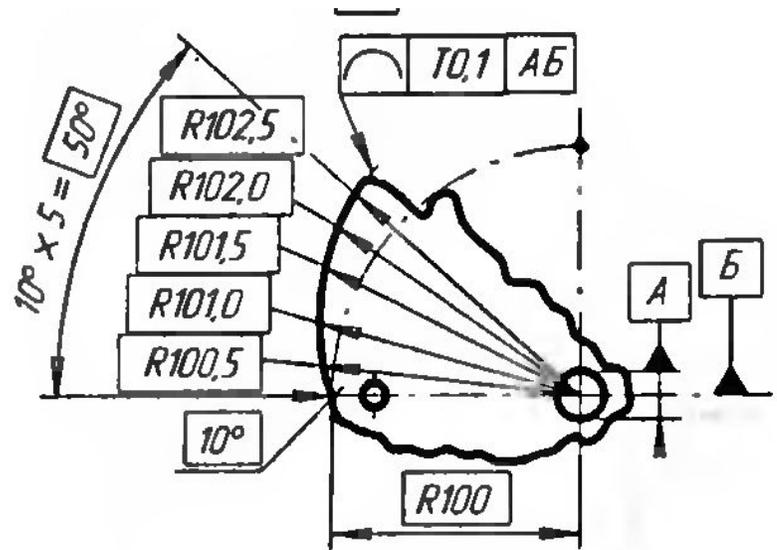
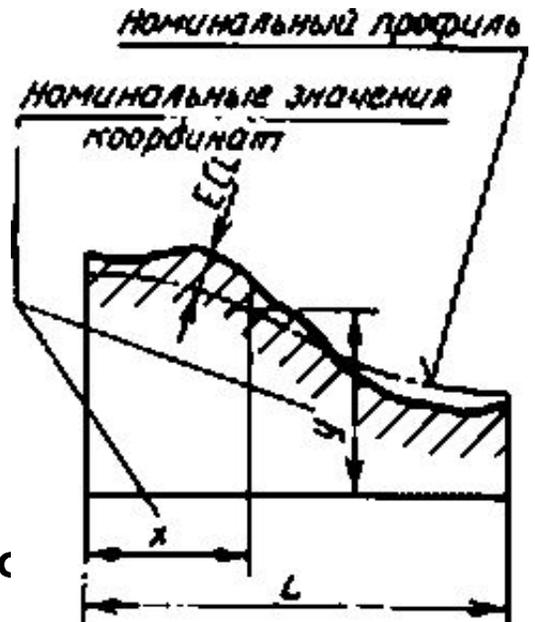
Отклонение формы заданного профиля – наибольшее отклонение ECL точек реального профиля от номинального профиля, определяемое по нормали к номинальному профилю в пределах нормируемого участка.

Допуск формы заданного профиля –

1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданного профиля.

2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданного профиля.

Поле допуска формы заданного профиля – область на заданной плоскости сечения поверхности, ограниченная двумя линиями, эквидистантными номинальному профилю, и отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску формы заданного профиля в диаметральном выражении TCL или удвоенному допуску формы заданного профиля в радиусном выражении TCL/2. Линии, ограничивающие поле допуска, являются огибающими семейства окружностей, диаметр которых равен допуску формы заданного профиля в диаметральном выражении TCL, а центры находятся на номинальном профиле.



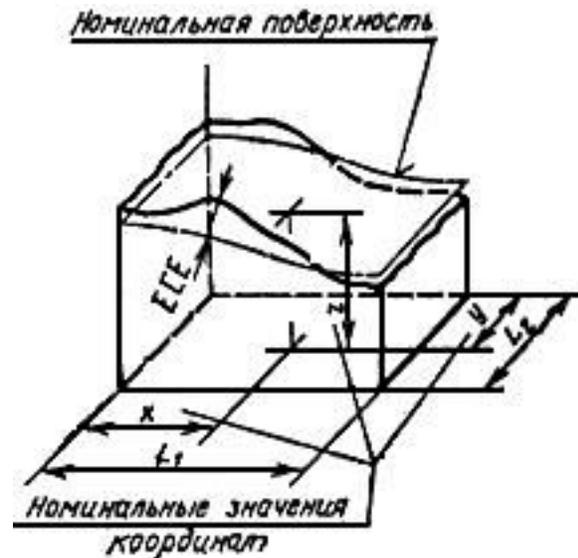
Допуски формы и расположения поверхностей (22)

Отклонение формы заданной поверхности – наибольшее отклонение ECE точек реальной поверхности от номинальной поверхности, определяемое по нормали к номинальной поверхности в пределах нормируемого участка.

Допуск формы заданной поверхности –

- 1) Допуск в диаметральном выражении – удвоенное наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданной поверхности
- 2) Допуск в радиусном выражении – наибольшее допускаемое значение отклонения формы заданной поверхности.

Поле допуска формы заданной поверхности – Область в пространстве, ограниченная двумя поверхностями, эквидистантными номинальной поверхности, и отстоящими друг от друга на расстоянии, равном допуску формы заданной поверхности в диаметральном выражении TCE или удвоенному допуску формы заданной поверхности в радиусном выражении TCE/2. Поверхности, ограничивающие поле допуска, являются огибающими семейства сфер, диаметр которых равен допуску формы заданной поверхности в диаметральном выражении TCE, а центры находятся на номинальной поверхности.



Шероховатость поверхности (1)

В процессе формообразования деталей на их поверхности появляется **шероховатость** – ряд чередующихся выступов и впадин сравнительно малых размеров (на длине нормируемого участка).

Шероховатость может быть следом от резца или другого режущего инструмента, копией неровностей форм или штампов, может возникать вследствие вибраций, возникающих при резании, а также в результате действия других факторов.

Влияние шероховатости на работу деталей машин многообразно:

- шероховатость поверхности может нарушать характер сопряжения деталей за счет смятия или интенсивного износа выступов профиля;
- в стыковых соединениях из-за значительной шероховатости снижается жесткость стыков;
- шероховатость поверхности валов разрушает контактирующие с ними различного рода уплотнения;
- неровности, являясь концентраторами напряжений, снижают усталостную прочность деталей;
- шероховатость влияет на герметичность соединений, на качество гальванических и лакокрасочных покрытий;
- шероховатость влияет на точность измерения деталей;
- коррозия металла возникает и распространяется быстрее на грубо обработанных поверхностях.

Шероховатость поверхности оценивается по неровностям профиля, получаемого путем сечения реальной поверхности плоскостью. Для отделения шероховатости поверхности от других неровностей с относительно большими шагами её рассматривают в пределах базовой длины l .

Шероховатость поверхности (2)

Базой для отсчета отклонений профиля является средняя линия профиля.

Средняя линия профиля – базовая линия, имеющая форму номинального профиля и проведенная так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Приблизительно средняя линия на профилограммах определяется по равенству сумм площадей, заключенных по обе стороны между ней и линией контура профилограммы.

Базовая длина – длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности.

Местный выступ профиля – часть профиля, расположенная между двумя соседними минимумами профиля.

Местная впадина профиля – часть профиля, расположенная между двумя соседними максимумами профиля.

Выступ профиля – часть профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией профиля, направленная из тела.

Впадина профиля – часть профиля, соединяющая две соседние точки пересечения его со средней линией профиля, направленная в тело.

Глубина впадины профиля u_v – расстояние от средней линии профиля до низшей точки впадины профиля.

Высота выступа профиля u_r – расстояние от средней линии профиля до высшей точки выступа профиля.

Шероховатость поверхности (3)

Количественная оценка шероховатости:

Высотные параметры

1.1 **Наибольшая высота неровностей профиля R_{max}** – расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля в пределах базовой длины.

R_p и R_v – высоты наибольшего выступа и наибольшей впадины

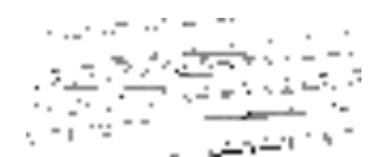
1.2 **Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z** – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:

1.3 **Среднее арифметическое отклонение профиля R_a** – среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля от средней линии в пределах базовой длины:

Шаговые параметры

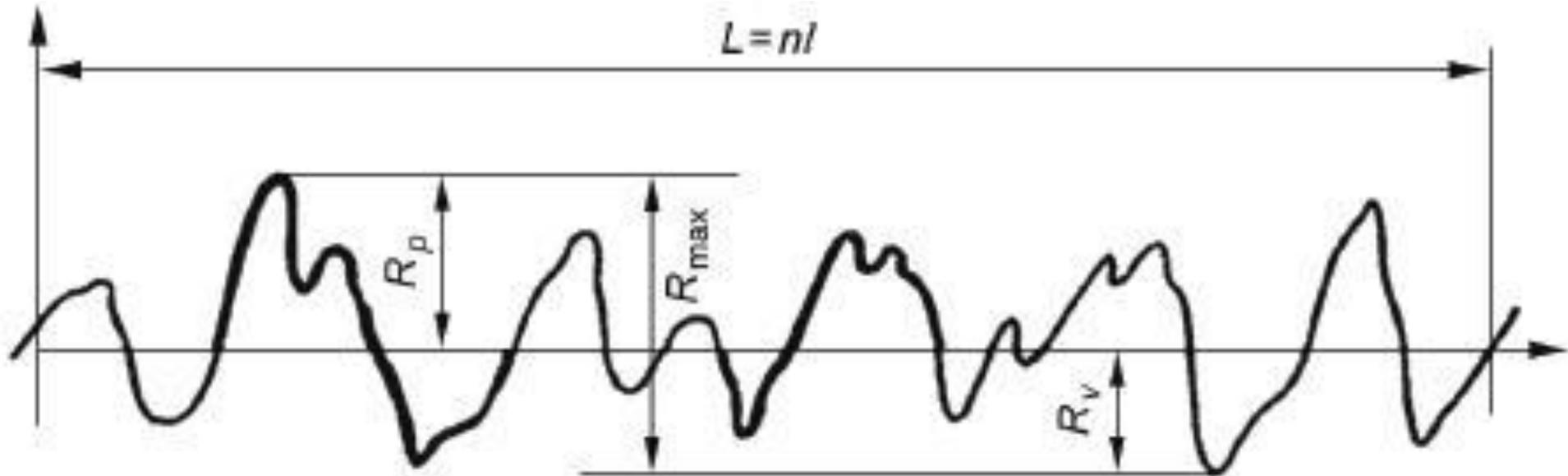
2.1 **Средний шаг неровностей профиля S_m** – среднее значение шага неровностей профиля по средней линии в пределах базовой длины:

2.2 **Средний шаг местных выступов профиля S** – среднее значение шагов местных выступов профиля, находящихся в пределах базовой длины:



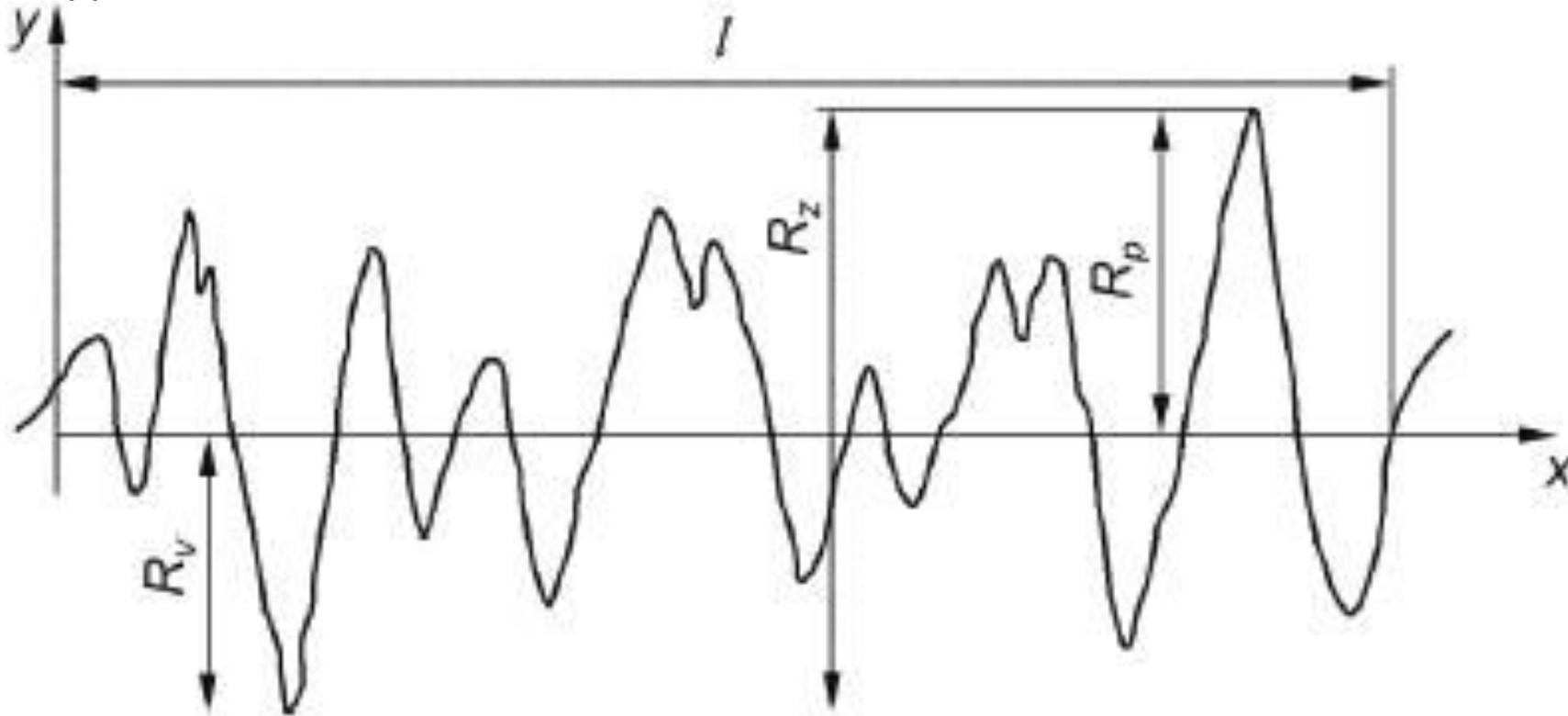
Шероховатость поверхности (3)

Полная высота профиля R_{\max} – Сумма высоты наибольшего выступа профиля R_p и глубины наибольшей впадины профиля R_v в пределах длины оценки



Шероховатость поверхности (4)

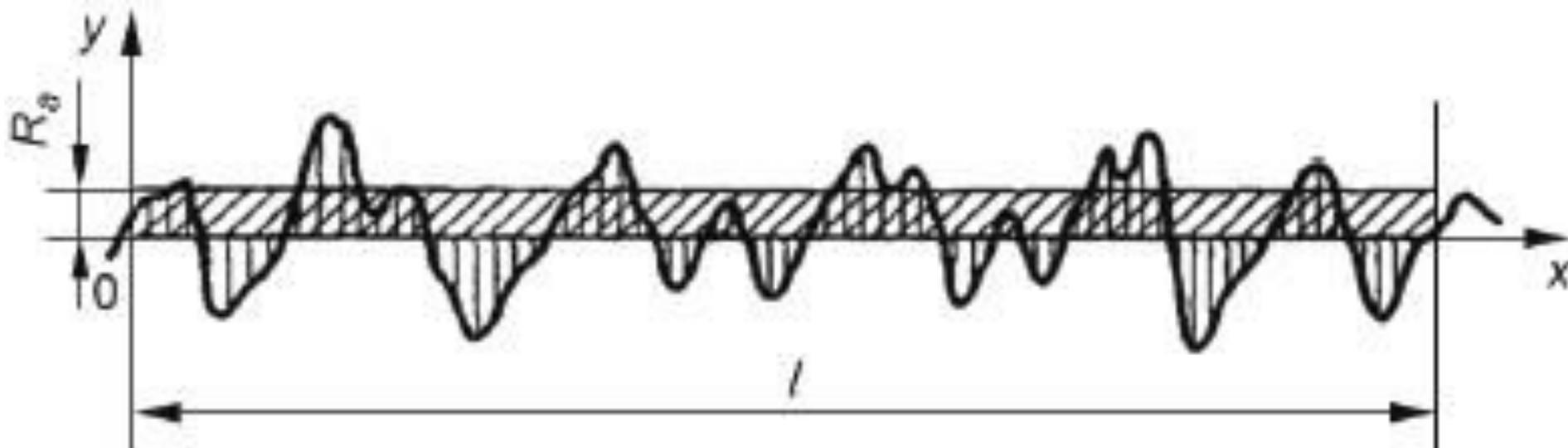
Высота неровностей профиля по десяти точкам R_z - сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин профиля в пределах базовой длины:



Шероховатость поверхности (5)

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a – среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля в пределах базовой длины.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

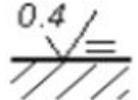
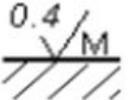
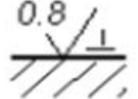
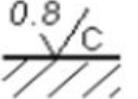
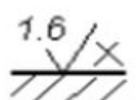
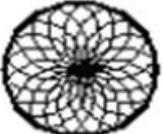
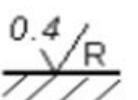


Шероховатость поверхности (6)

Кроме перечисленных количественных параметров стандартом установлены два качественных параметра.

Вид обработки – указывается в том случае, когда шероховатость поверхности следует получить только определенным способом.

Тип направлений неровностей – указывается только в ответственных случаях, когда это необходимо по условиям работы детали или сопряжения.

№ п/п	Тип направлений неровностей	Схематическое изображение	Обозначение	№ п/п	Тип направлений неровностей	Схематическое изображение	Обозначение
1	Параллельное			4	Произвольное		
2	Перпендикулярное			5	Кругообразное		
3	Перекрещивающееся			6	Радиальное		

Шероховатость поверхности (7)

Выбор параметров шероховатости поверхности производится в соответствии с ее функциональным назначением.

Основным во всех случаях является нормирование высотных параметров. Предпочтительно, в том числе и для самых грубых поверхностей, нормировать параметр R_a , который лучше отражает отклонения профиля, поскольку определяется по значительно большему числу точек, чем R_z .

Параметр R_z нормируется в тех случаях, когда прямой контроль R_a с помощью профилометров невозможен (режущие кромки инструментов и т. п.).

Следует применять в первую очередь предпочтительные значения.

В настоящее время существует несколько способов назначения шероховатости поверхности.

- в соответствии с рекомендациями по выбору числовых значений для наиболее характерных видов сопряжений.
- шероховатость устанавливается стандартами на детали и изделия, а также на поверхности, с которыми они сопрягаются, например, требования к шероховатости поверхностей под подшипники качения.
- когда отсутствуют рекомендации по назначению шероховатости поверхности, ограничения шероховатости могут быть связаны с допуском размера (IT), формы (TF) или расположения (TR). Большинство геометрических отклонений детали должно находиться в пределах поля допуска размера.

Поэтому величину параметра R_z рекомендуется назначать не более 0.33 от величины поля допуска на размер либо 0.5...0.4 от допуска расположения или формы.

Если элемент детали имеет все три допуска, то следует брать допуск с наименьшей величиной.

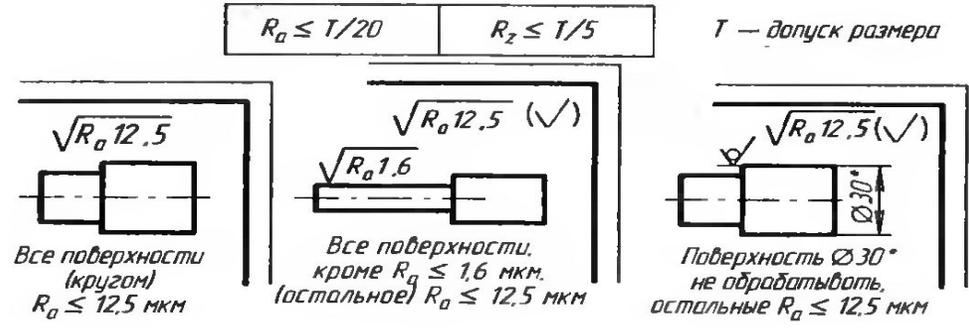
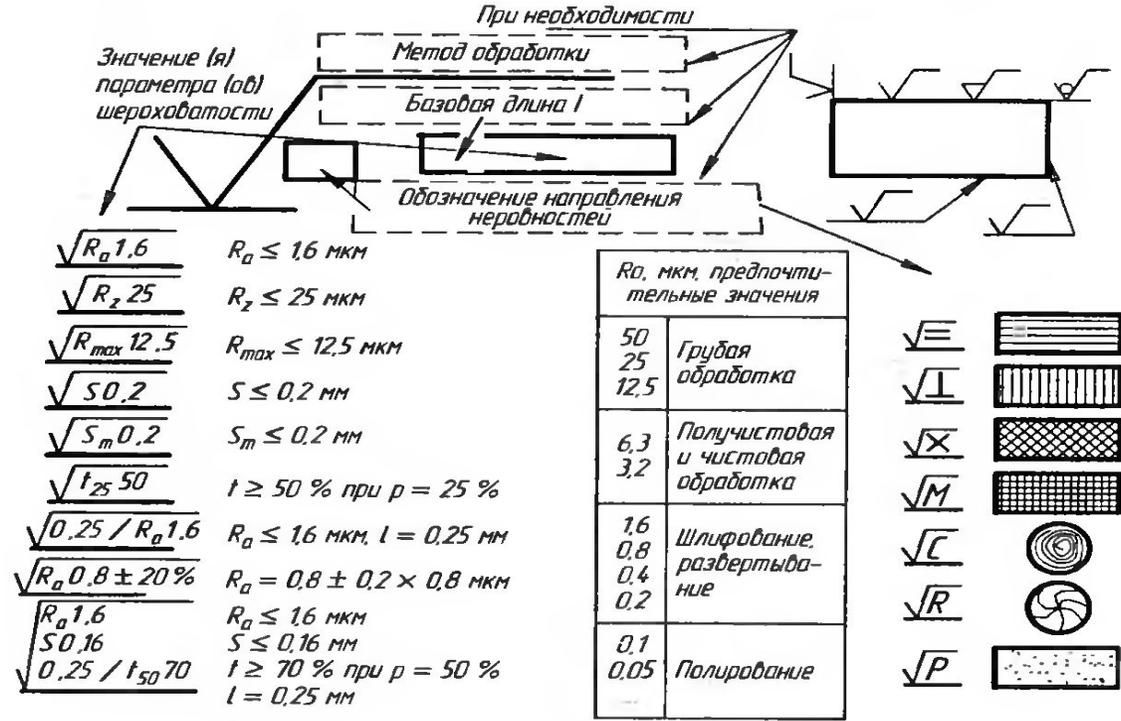
Переход от параметра R_z к параметру R_a производится по соотношениям :

$$R_a \approx 0.25 * R_z \text{ при } R_z \geq 8 \text{ мкм};$$

$$R_a \approx 0.2 * R_z \text{ при } R_z < 8 \text{ мкм}.$$

После определения параметр R_a **округляют** до ближайшего числа из ряда стандартных значений.

Шероховатость поверхности (8)

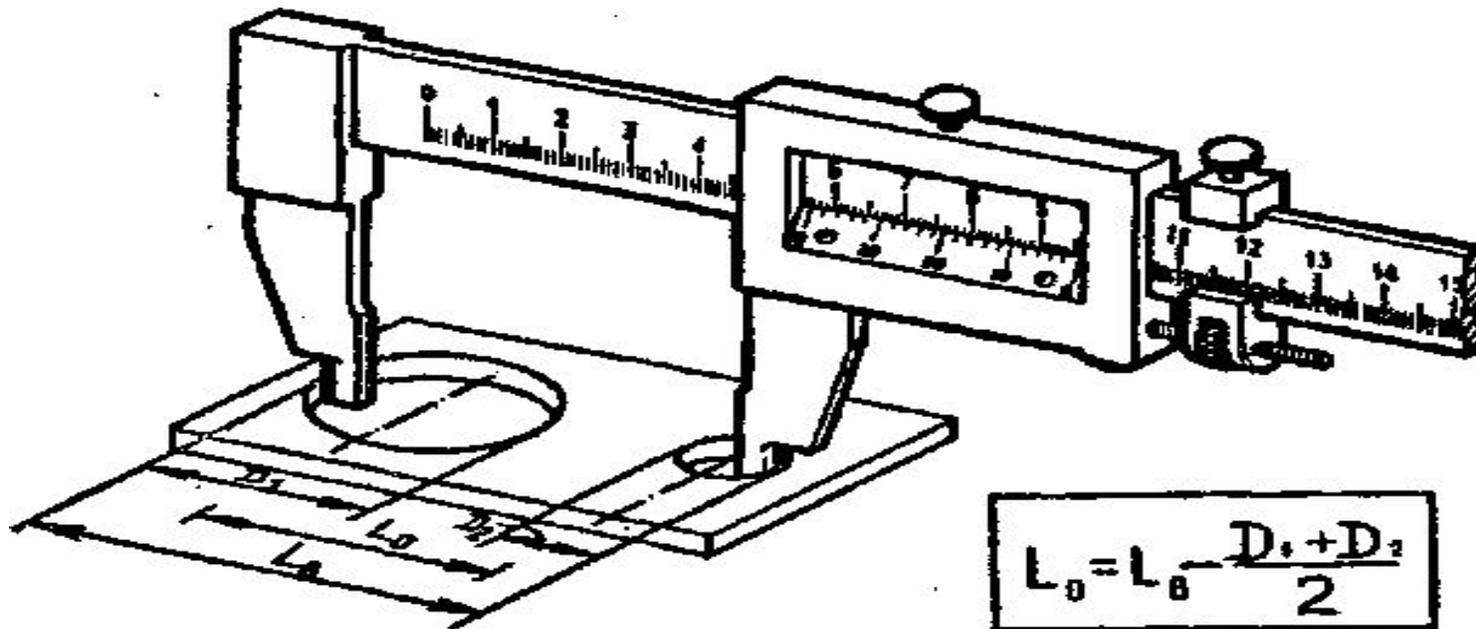


Методы и средства измерений

Виды измерений

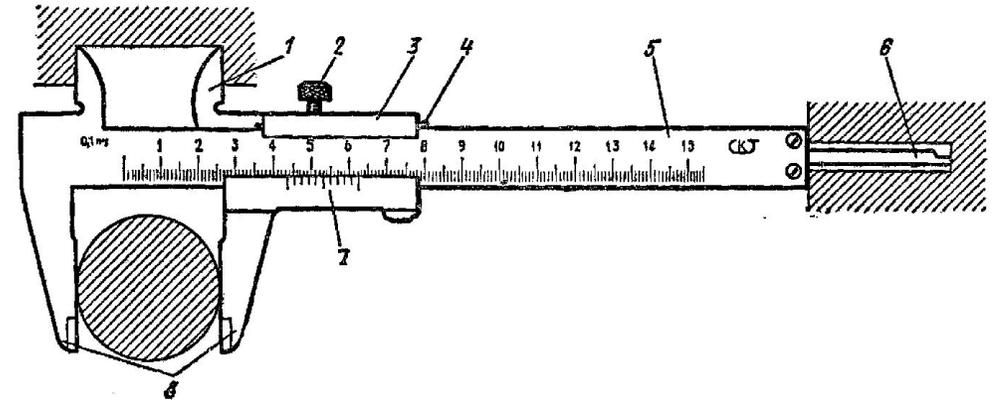
Прямое измерение — это измерение, при котором значение измеряемой величины определяют непосредственно по результату измерения. Например, измерение глубины линейкой глубиномера штангенциркуля ШЦ-1.

Косвенное измерение — это измерение, при котором искомое значение величины определяют пересчетом результатов прямых измерений величин, связанных с искомой величиной известной нам зависимостью.

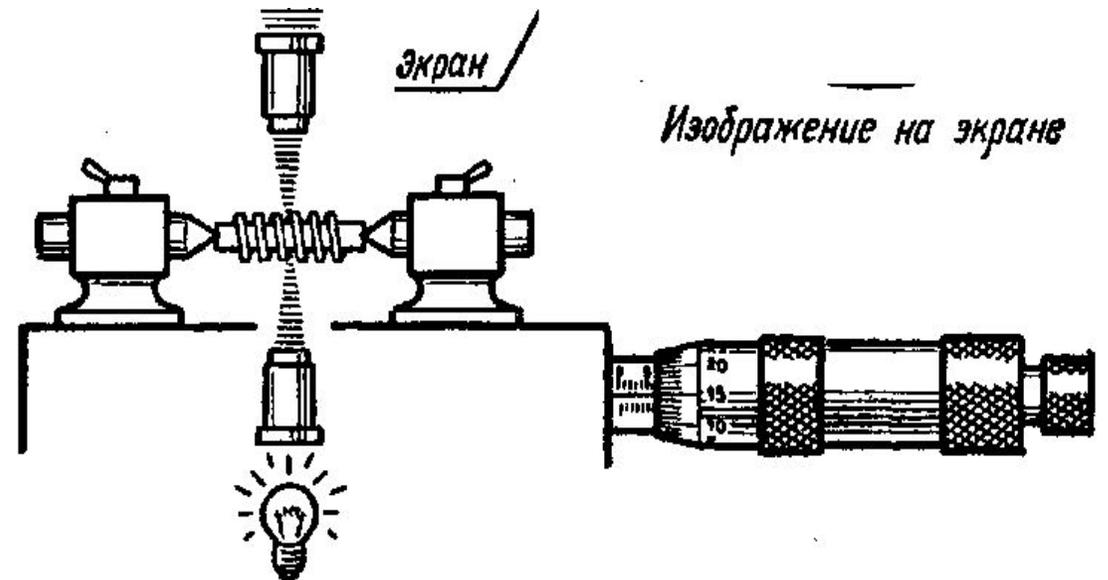


Виды измерений

Контактное измерение — это измерение, при котором воспринимающее устройство средства измерений имеет механический контакт с поверхностью измеряемого объекта. Например, измерение с помощью штангенциркуля, микрометра, индикатора и т. д.



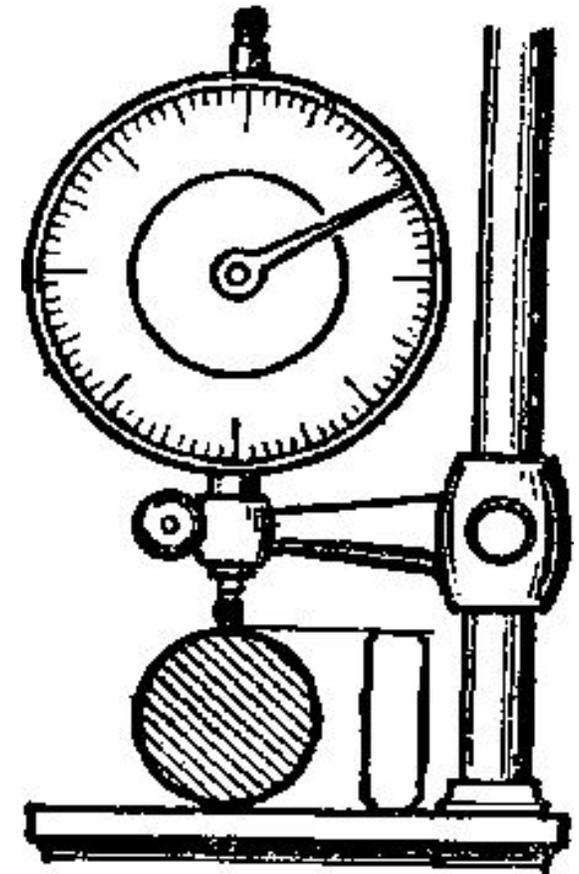
Бесконтактное измерение – это измерение, при котором воспринимающее устройство средства измерений не имеет механического контакта с поверхностью измеряемого объекта. Например, измерение элементов резьбы на микроскопе.



Виды измерений(2)

Метод непосредственной оценки – при этом методе величину измеряемого объекта определяют непосредственно по размерному устройству, имеющемуся в конструкции применяемого средства измерений. Например, при измерении диаметра вала с помощью штангенциркуля величина диаметра, воспринятая губками, непосредственно сопоставляется со шкалой штанги, обладающей точным размером и включенной в конструкцию штангенциркуля.

Метод сравнения с мерой – это метод, при котором величина измеряемого объекта сопоставляется с величиной, воспроизводимой мерой или величиной образцовой детали, которые не входят в конструкцию применяемого средства измерений. Например, измерение диаметра вала (30 мм) с помощью индикатора часового типа методом сравнения с концевой мерой длиной 30 мм на стойке со столиком. В этом случае величина диаметра вала сопоставляется с помощью индикатора с величиной концевой меры длины, которая не входит в конструкцию индикатора часового типа.



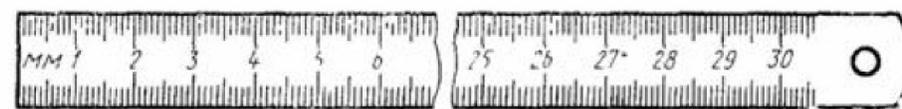
Средства измерений

Средство измерений — техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и (или) хранящие единицу физической величины, размер которой принимается неизменным в пределах установленной погрешности в течение известного интервала времени.

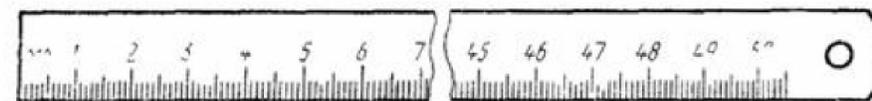
Рассмотрим некоторые средства измерений, наиболее часто используемые в машиностроительном производстве.

Линейка измерительная металлическая. Линейка измерительная представляет собой гибкую стальную полосу с нанесенной на ней прямой шкалой с ценой деления 1 мм. Линейки изготовляют со шкалами от 0 до 150 мм, от 0 до 500 мм и от 0 до 1000 мм.

Началом шкалы линейки является плоскость торца полосы; торец расположен перпендикулярно продольному ребру полосы. С торцом совпадает середина нулевого штриха шкалы. Конец штрихов шкалы выходит на продольное ребро полосы. Каждый 5-й и 10-й штрих удлинен, каждый 10-й снабжен цифрой, показывающей расстояние в сантиметрах от этого штриха до начала шкалы. Вторым концом полосы закруглен и снабжен отверстием для подвешивания линейки.



Черт. 1.



Черт. 2.

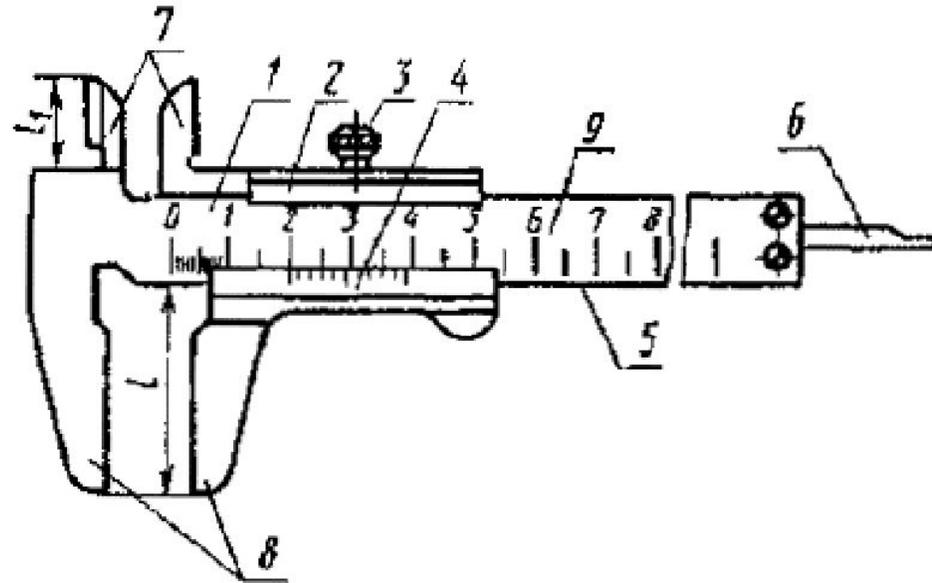
Средства измерений(2)

Штангенциркуль

Штангенциркулем называется средство для измерения линейных размеров, представляет собой штангу 1, на которой нанесена шкала с ценой деления 1 мм, по штанге 1 передвигается рамка 2 со вспомогательной шкалой – нониусом 4.

Штангенциркуль снабжен губками для наружных измерений 8 и для внутренних измерений 7, а также зажимом 3. К рамке прикреплена линейка глубиномера 6 и плоская пружина. Нониус 4 является вспомогательной шкалой, позволяющей отсчитывать доли деления шкалы штанги.

Он нанесен на скошенной поверхности рамки или отдельной пластинки, укрепленной в окне рамки.



1 - штанга; 2 - рамка; 3 - зажимающий элемент; 4 - нониус; 5 - рабочая поверхность штанги; 6 - глубиномер; 7 - губки с кромочными измерительными поверхностями для измерения внутренних размеров; 8 - губки с плоскими измерительными поверхностями для измерения наружных размеров; 9 - шкала штанги.

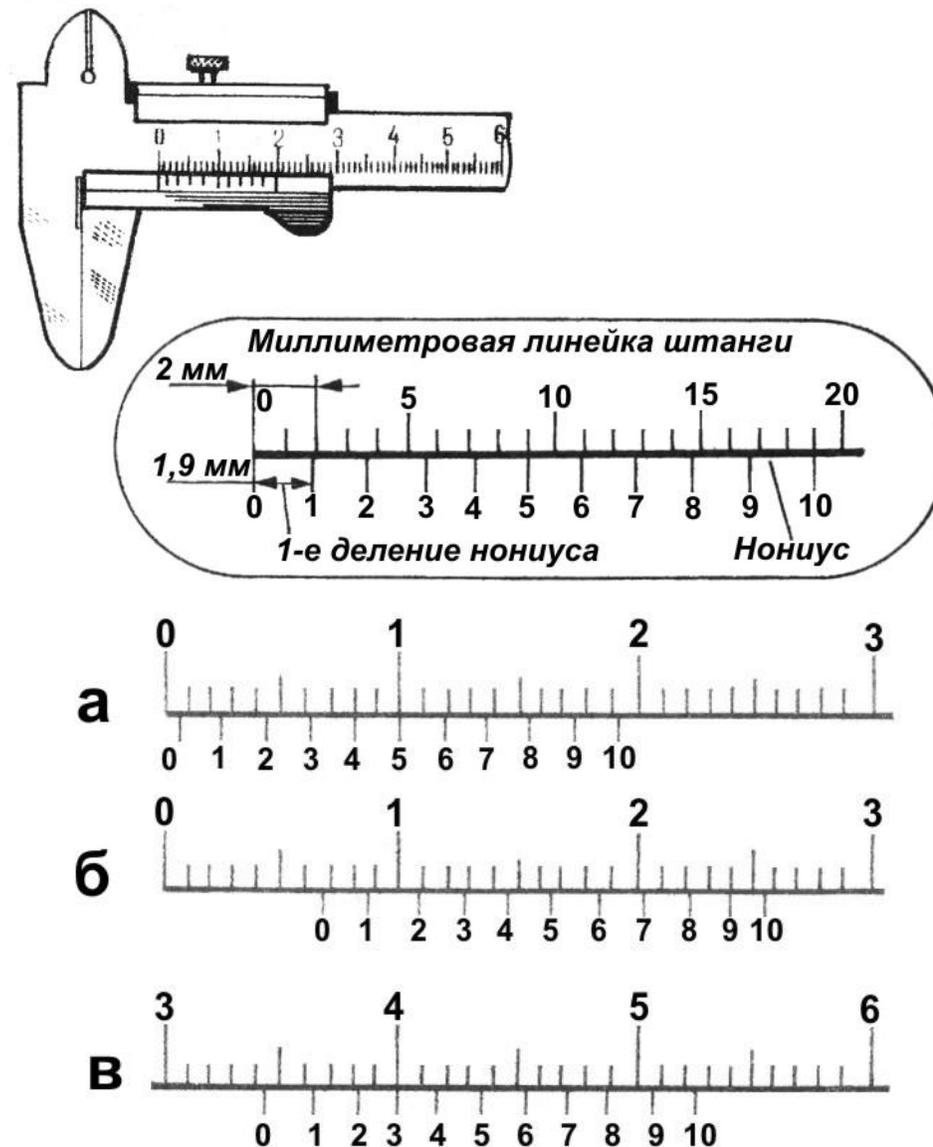
Средства измерений(3)

Порядок отсчета показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса:

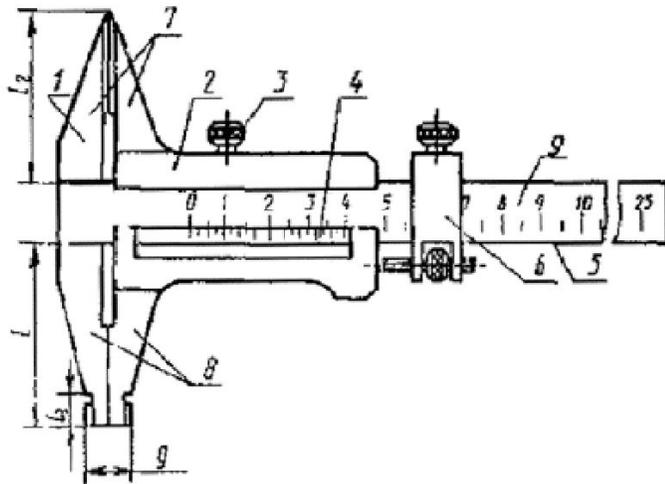
1) Читают число целых миллиметров, для этого находят на шкале штанги штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса, и запоминают его числовое значение.

2) Читают доли миллиметра. Для этого на шкале нониуса находят штрих, ближайший к нулевому делению и совпадающий со штрихом шкалы штанги и умножают его порядковый номер на цену деления (например 0,1 мм) нониуса.

3) Подсчитывают полную величину показания штангенциркуля, для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра.



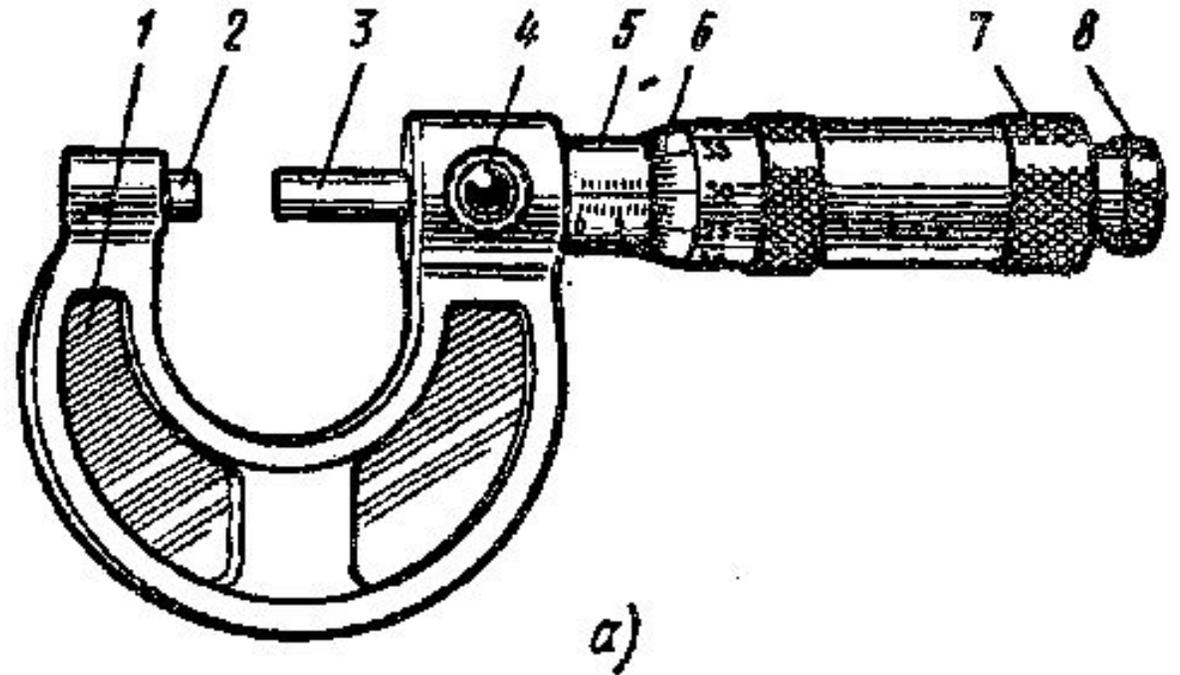
Средства измерений(4)



1 - штанга; 2 - рамка; 3 - зажимающий элемент; 4 - нониус; 5 - рабочая поверхность штанги; 6 - устройство тонкой установки рамки; 7 - губки с кромочными измерительными поверхностями для измерения наружных размеров; 8 - губки с плоскими и цилиндрическими измерительными поверхностями для измерения наружных и внутренних размеров соответственно; 9 - шкала штанги.

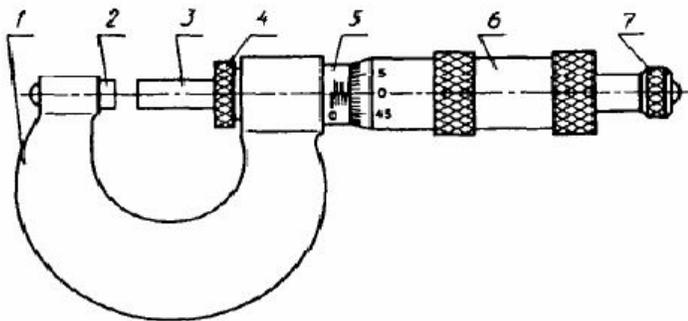
Средства измерений(5)

Микрометр гладкий. Гладким микрометром называется средство для измерения наружных линейных размеров, основанием которого является скоба а преобразующим устройством служит винтовая пара, состоящая из микрометрического винта 3 и микрометрической гайки, укрепленной внутри стебля 5; их часто называют микропарой. В скобу 1 запрессованы пятка 2 и стержень 5. Измеряемую деталь охватывают торцевыми измерительными поверхностями микровинта 3 и пятки 2. Барабан 6 присоединен к микровинту 3 корпуса трещотки 7. Чтобы приблизить микровинт 3 к пятке 2, вращают барабан 6 или трещотку 8 по часовой стрелке (от себя), а для обратного движения микровинта (от пятки) барабан вращают против часовой стрелки (на себя). Закрепляют микровинт в требуемом положении стопором 4.



Средства измерений(6)

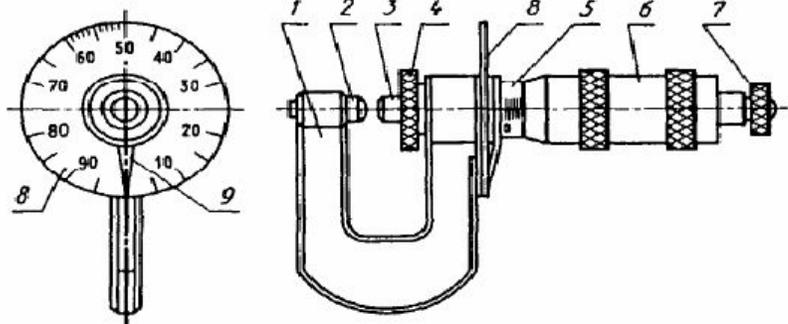
Тип МК



1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стержень; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион)

Черт 1

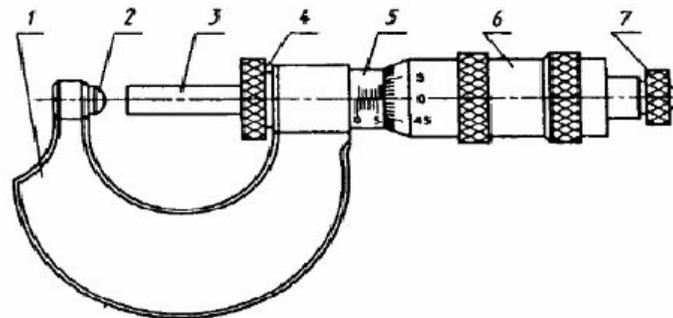
Тип МЛ



1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стержень; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион); 8 - циферблат; 9 - стрелка

Черт. 2

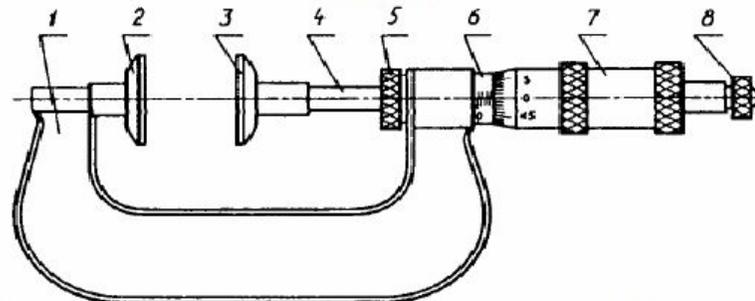
Тип МГ



1 - скоба; 2 - пятка; 3 - микрометрический винт; 4 - стопор; 5 - стержень; 6 - барабан; 7 - трещотка (фрикцион)

Черт. 3

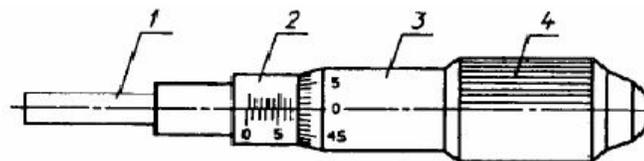
Тип МЗ



1 - скоба; 2 - пятка; 3 - измерительная губка; 4 - микрометрический винт; 5 - стопор; 6 - стержень; 7 - барабан; 8 - трещотка (фрикцион)

Черт. 4

Тип МГ



1 - микрометрический винт, 2 - стержень, 3 - барабан, 4 - трещотка (фрикцион)

Черт. 5

Средства измерений(7)

Индикатор часового типа. Индикатором часового типа называется измерительная головка, т.е. средство измерений, имеющее механическую передачу, которая преобразует малые перемещения измерительного наконечника в большие перемещения стрелки, наблюдаемые по шкале циферблата.

Конструктивно индикатор часового типа представляет собой измерительную головку с продольным перемещением измерительного наконечника. Основанием этого индикатора является корпус 13, внутри которого смонтирован преобразующий механизм – реечно-зубчатая передача. Через корпус 13 проходит измеритель – стержень-рейка 1 с измерительным наконечником 4. На стержне 1 нарезана рейка, движения которой передаются реечным 5 и передаточным 7 зубчатыми колесами, а также трубкой 9 на основную стрелку 8. Величина поворота стрелки 8 отсчитывается по круговой шкале – циферблату. Для установки индикатора против отметки «0» круговая шкала поворачивается ободком 2.

Круговая шкала индикатора часового типа состоит из 100 делений, цена каждого деления 0,01 мм. Это означает, что при перемещении измерительного наконечника на 0,01 мм стрелка индикатора передвинется на одно деление круговой шкалы.

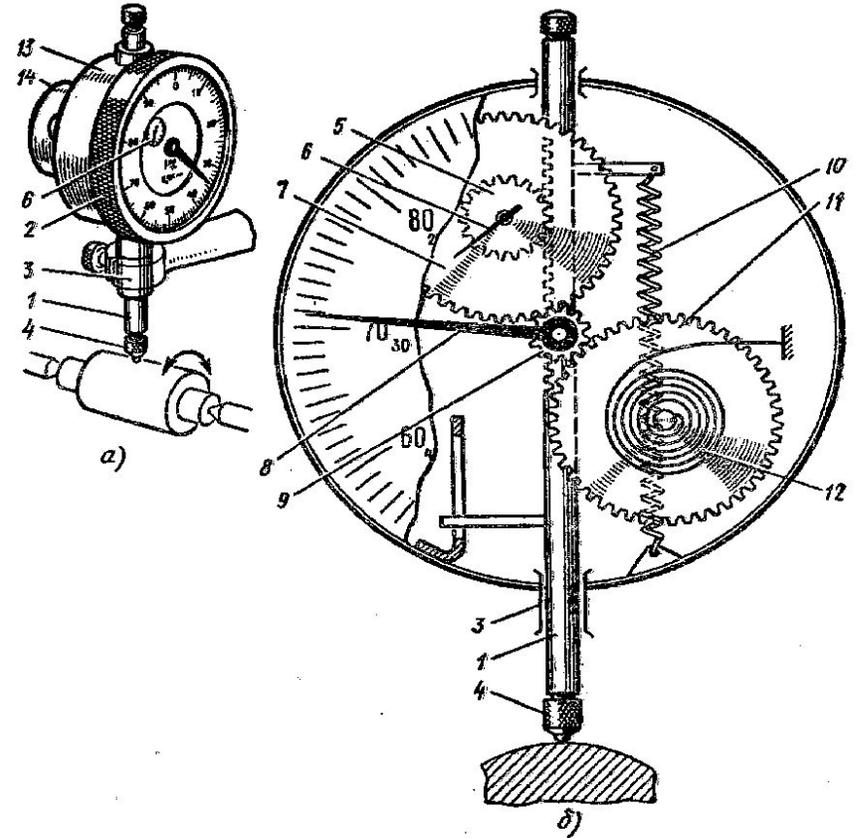


Рис. 3.4. Индикатор часового типа:
а – общий вид; б – схема зубчатой передачи

Виды изделий(1)

ВИДЫ ИЗДЕЛИЙ

Изделие – предмет или совокупность предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Изделия в зависимости от их назначения делят на изделия основного производства и изделия вспомогательного производства.

Изделие **основного производства** – изделие, предназначенное для поставки предприятием

Изделие **вспомогательного производства** – изделие, предназначенное только для собственных нужд изготовляющего его предприятия.

Изделия, предназначенные для реализации и одновременно используемые для собственных нужд следует относить к изделиям основного производства.

Установлены четыре вида изделий:

детали (вал, втулка, колесо и т. д.);

сборочные единицы (станок, подшипник);

Виды изделий(2)

комплексы (автоматическая линия, теплоход);

комплекты (запасные части к станку и пр.).

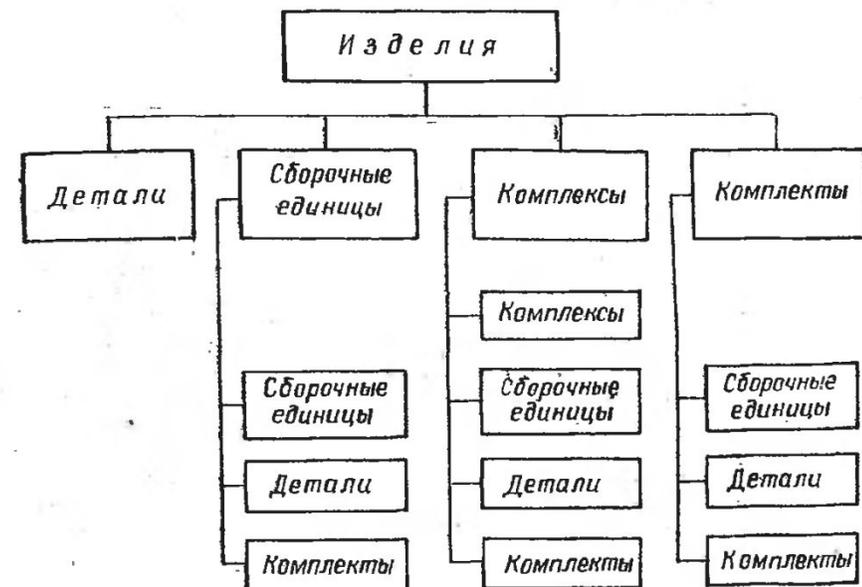
Детали составных частей не имеют. Сборочные единицы, комплексы и комплекты имеют составные части, перечень которых зависит от конкретного изделия.

Деталь - изделие, изготовленное предприятием из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Деталь может быть изготовлена

при помощи соединительных операций (местная пайка, сварка, склеивание, сшивка и т. п.) или (и) иметь защитное или декоративное покрытие (коробка, склеенная из одного куска картона).

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями.



Виды изделий(3)

Комплекс – два и более специфицированных изделий взаимосвязанного назначения, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих специфицированных изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса.

Например: цех-автомат, заводавтомат и т. п. В комплекс, кроме изделий, выполняющих основные функции, могут входить детали, сборочные единицы и комплекты, предназначенные для выполнения вспомогательных функций, например, детали и сборочные единицы, предназначенные для монтажа комплекса на месте его эксплуатации; комплект запасных частей, укладочных средств, тары и т. п.

Виды изделий(4)

Комплект – два и более изделий, не соединенных на предприятии сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера (комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т. п.).

К комплектам также относятся сборочные единицы или детали, поставляемые вместе с набором других сборочных единиц и деталей, предназначенных для выполнения вспомогательных функций при эксплуатации этой сборочной единицы или детали (осциллограф в комплекте с укладочным ящиком, запасными частями, монтажным инструментом, сменными частями).

К конструкторским документам относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия, содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

К графическим документам относят чертежи, схемы и эскизы, к текстовым спецификацию, ведомость спецификаций, пояснительную записку и др.

Виды изделий(5)

Номенклатура документов:

Наименование документа	Код документа	Стандарт	Определение
Чертеж детали	-	ГОСТ 2.109-73	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
Сборочный чертеж	СБ	ГОСТ 2.109-73	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля
Чертеж общего вида	ВО	ГОСТ 2.119-73	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия
Теоретический чертеж	ТЧ	ГОСТ 2.102-68	Документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей
Габаритный чертеж	ГЧ	ГОСТ 2.109-73	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
Электромонтажный чертеж	МЭ	ГОСТ 2.413-72	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия
Монтажный чертеж	МЧ	ГОСТ 2.109-73	Документ, содержащий, контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделий

Виды изделий(6)

Наименование документа	Код документа	Стандарт	Определение
Упаковочный чертеж	УЧ	ГОСТ 2.418-77	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия
Схемы	По ГОСТ 2.701-84	2.701-84 2.702-75 2.703-68 2.704-76	Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними
Спецификация	-	ГОСТ 2.108-68	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
Ведомость спецификаций	ВС	ГОСТ 2.106-68	Документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости
Ведомость ссылочных документов	ВД	ГОСТ 2.106-68	Документ, содержащий перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия
Ведомость покупных изделий	ВП	ГОСТ 2.106-68	Документ, содержащий перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии
Ведомость разрешения применения покупных изделий	ВИ	ГОСТ 2.124-85	Документ, содержащий перечень покупных изделий, разрешенных к применению

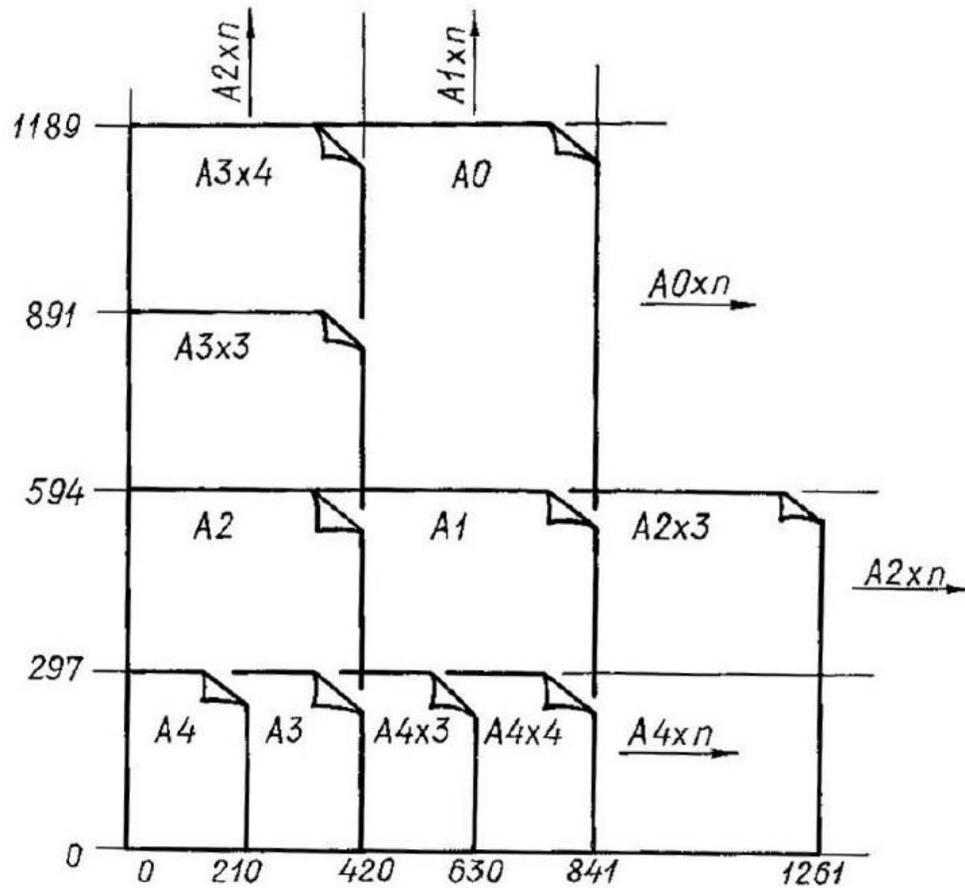
Виды изделий(7)

Наименование документа	Код документа	Стандарт	Определение
Ведомость держателей подлинников	ДП	ГОСТ 2.112-70	Документ, содержащий перечень предприятий (организаций), на которых хранят подлинники документов, разработанных или примененных для данного изделия
Ведомость технического предложения	ПТ	ГОСТ 2.118-73	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в техническое предложение
Ведомость эскизного проекта	ЭП	ГОСТ 2.119-73	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в эскизный проект
Ведомость технического проекта	ТП	ГОСТ 2.120-73	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в технический проект
Пояснительная записка	ПЗ	ГОСТ 2.106-68 ГОСТ 2.105-79	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
Технические условия	ТУ	ГОСТ 2.114-70	Документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах
Программа и методика испытаний	ПМ	ГОСТ 2.106-68	Документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля

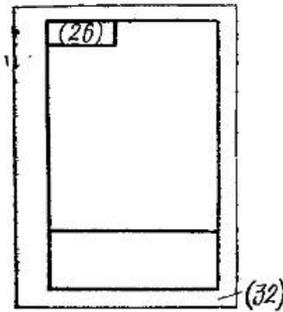
Виды изделий(8)

Наименование документа	Код документа	Стандарт	Определение
Таблица	ТБ	ГОСТ 2.105-79	Документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу
Расчет	РР	ГОСТ 2.106-68	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность
Инструкция	И	ГОСТ 2.601-68	Документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т. п.)
Документы эксплуатационные	По ГОСТ 2.601-68	ГОСТ 2.601-68	Документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации
Документы ремонтные	По ГОСТ 2.602-68	ГОСТ 2.602-68	Документы, содержащие данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях
Карта технического уровня и качества продукции	КУ	ГОСТ 2.116-84	Документ, содержащий данные, определяющие технический уровень качества изделия и соответствие его технических и экономических показателей достижениям науки и техники, а также потребностям народного хозяйства
Документы прочие	Д.	-	Номенклатура прочих документов устанавливается отраслевыми стандартами

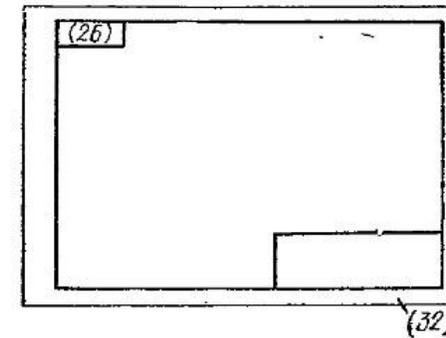
Чтение чертежей(1)



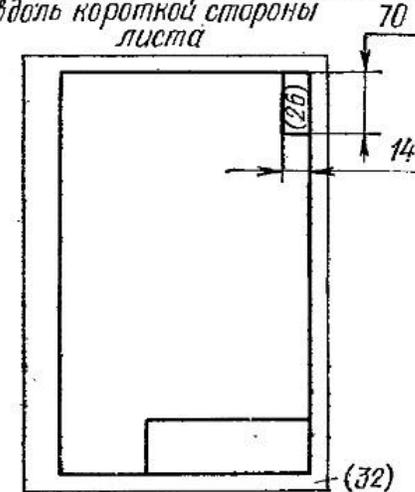
Для формата A4



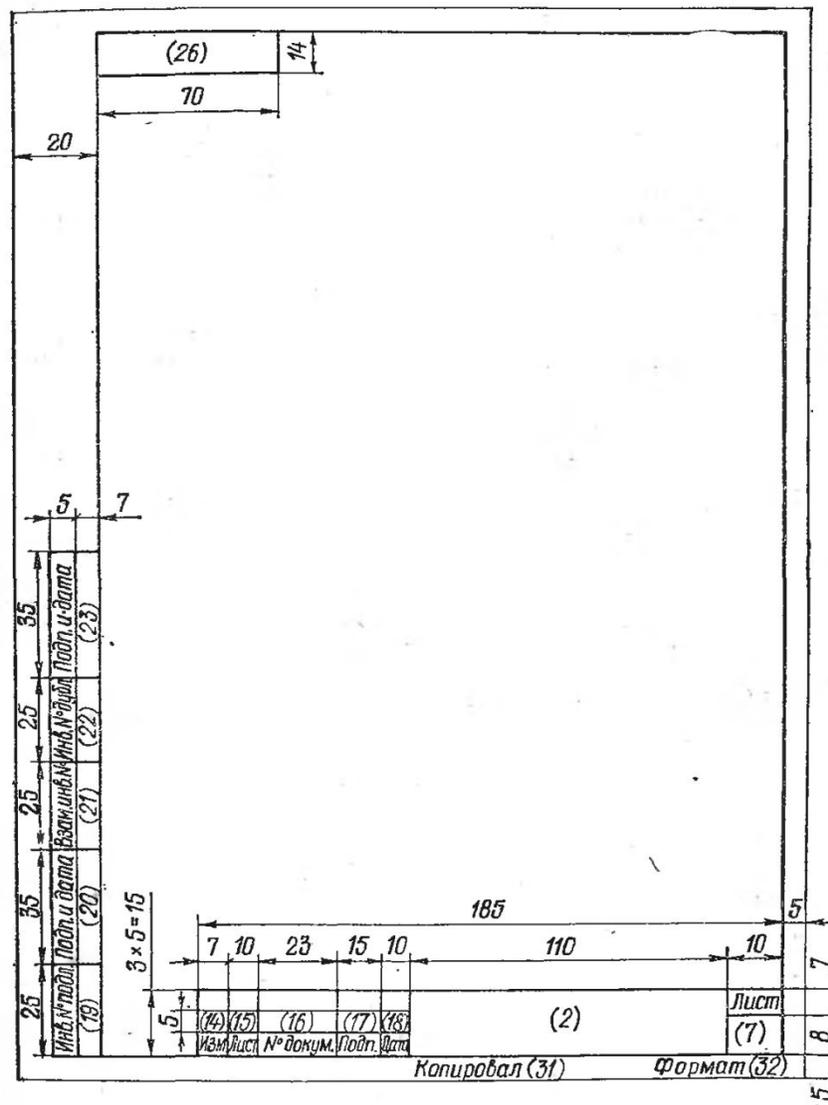
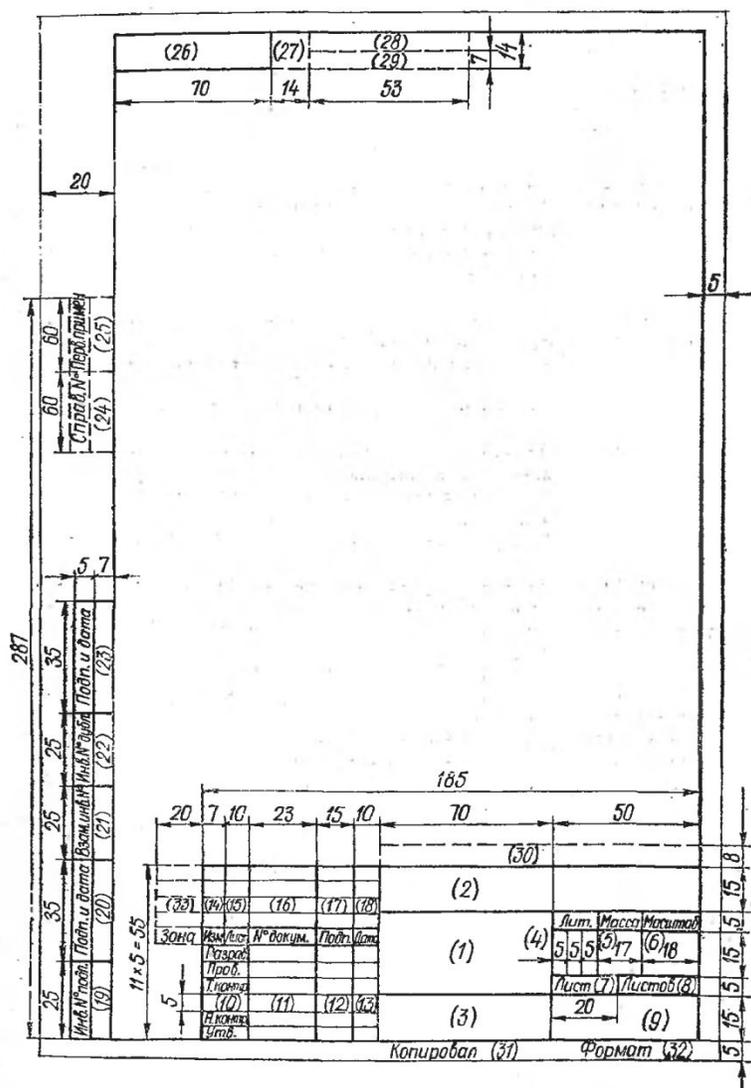
Для формата больше A4
при расположении основной надписи
вдоль длинной стороны листа



Для формата больше A4
при расположении основной надписи
вдоль короткой стороны
листа



Чтение чертежей(2)



Чтение чертежей(3)

В графах основной надписи указывают:

- 1 – наименование изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109–73, а также наименование документа, в случае присвоения ему кода. Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии, быть по возможности кратким и записываться в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: колесо зубчатое;
- 2 – обозначение документа с добавлением его кода по ГОСТ 2.10268;
- 3 – обозначение материала детали в соответствии с ГОСТ 2.109–73 (графу заполняют только на чертежах деталей);
- 4 – литеру, присвоенную данному документу по ГОСТ 2.103–68 (графу заполняют последовательно, начиная с крайней левой клетки);
- 5 – расчетную массу изделия, изображенного на чертеже. Массу записывают в килограммах без указания единицы измерения; допускается записывать в других единицах измерения, но с их указанием, например: 0,25 т, 150 г. Если надо пояснить предельное отклонение массы изделия, его указывают в технических требованиях чертежа;
- 6 – масштаб изображения в соответствии с ГОСТ 2.30268;

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Чтение чертежей(4)

7 – порядковый номер листа документа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

8– общее количество листов документа. Графу заполняют только на первом листе;

9 – наименование. или различительный; индекс предприятия, выпускающего документ. Графу не заполняют, если различительный индекс содержится в обозначении документа;

10–характер работы, выполняемый лицом, подписывающим документ. Свободную строку заполняют по усмотрению разработчика, например: рассчитал;

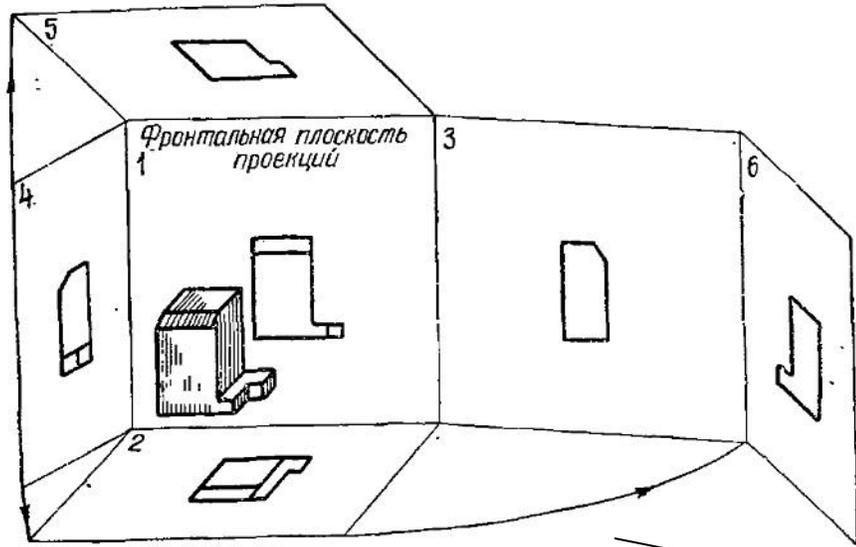
11– фамилии лиц, подписавших документ;

12– подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11. Подписи лиц, разработавших данный документ и ответственных за нормоконтроль, являются обязательными;

13 дату подписания документа, например: 05.01.88; 20.12.88.

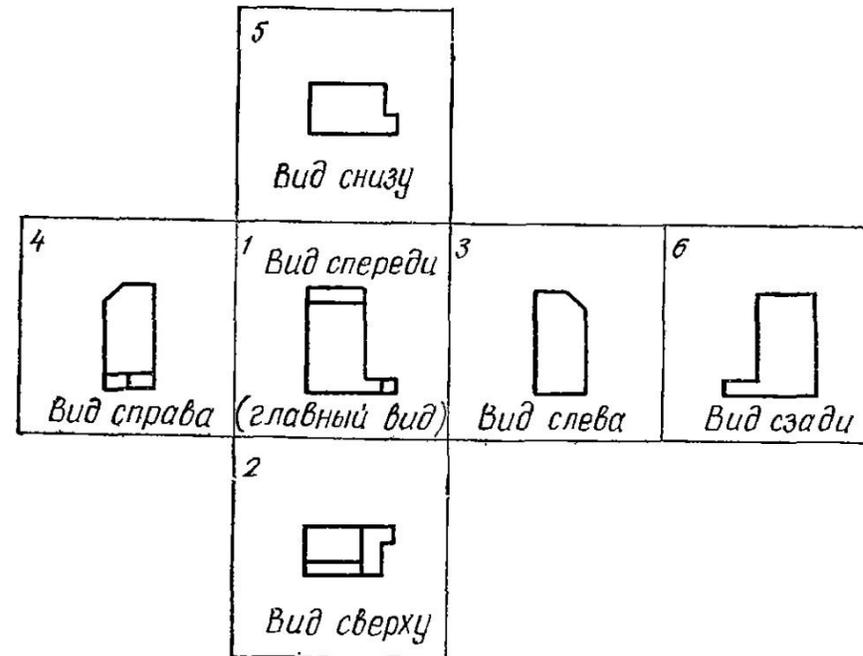
Графы таблицы изменений 14 –18 заполняют в соответствии с ГОСТ 2.503–74.

Чтение чертежей(5)

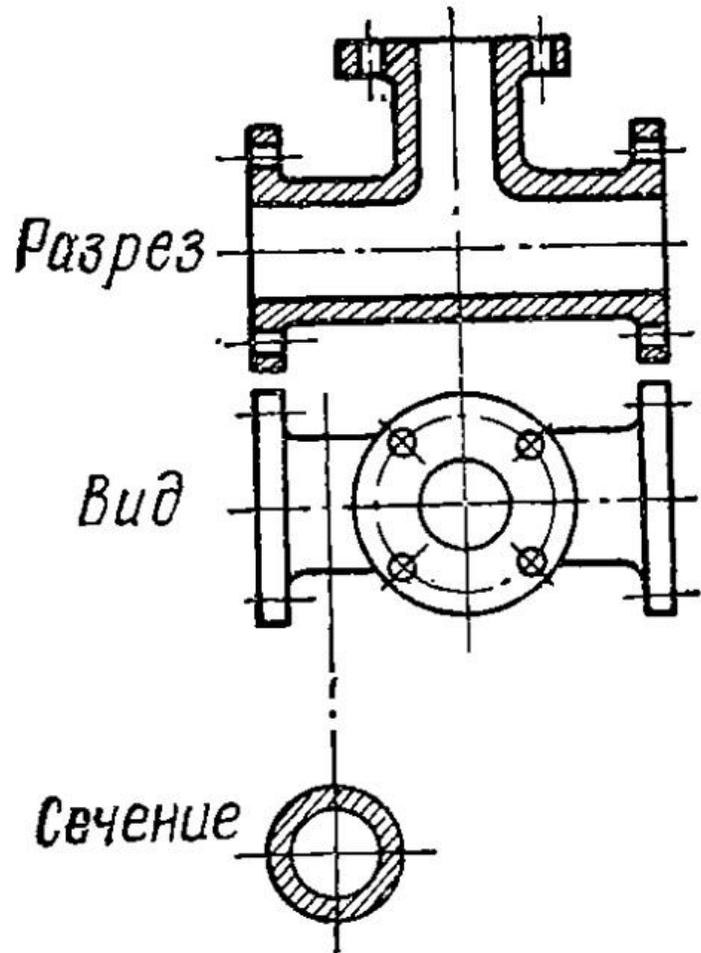


- Грани совмещают с фронтальной плоскостью, как показано на рис. Грань 6 допускается располагать рядом с гранью 4. Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже в качестве главного. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах

- Предметы на чертежах должны изображаться по методу прямоугольного проецирования. При этом предполагается, что предмет расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. За основные плоскости проекций принимают (условно) шесть граней куба.



Чтение чертежей(6)

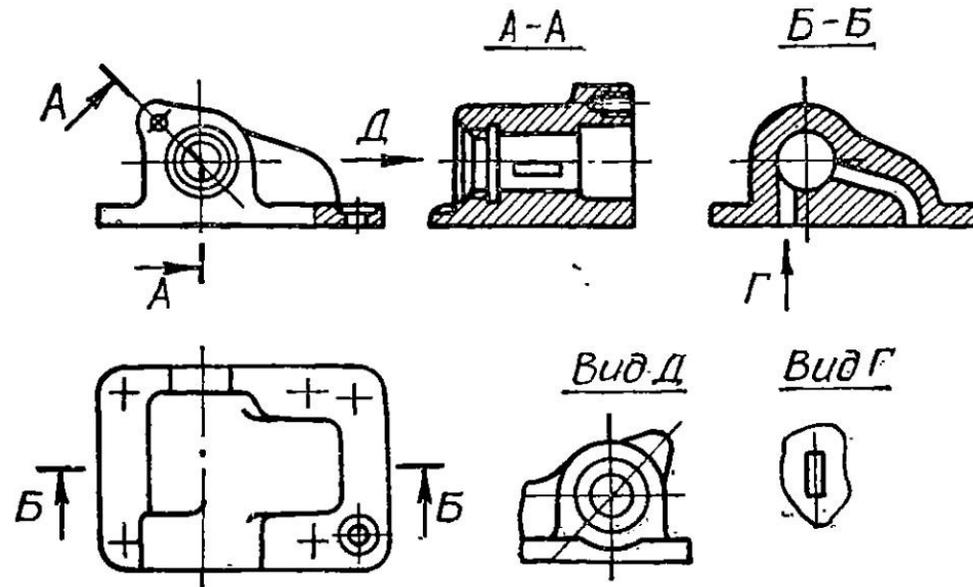


- В зависимости от содержания изображения разделяют на виды, разрезы, сечения. Количество их должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление об изображенном предмете. При этом следует использовать условные обозначения, знаки, надписи, установленные соответствующими стандартами.

Чтение чертежей(7)

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Названия видов на чертежах надписывать не следует за исключением случая, если виды сверху, слева, справа, снизу, сзади смещены относительно главного изображения. В этом случае они должны быть отмечены на чертеже надписью по типу: «Вид Д», «Вид Г» и т. д. Направление взгляда должно быть указано стрелкой, обозначенной прописной буквой русского алфавита. Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды

отделены от главного изображения другими изображениями или расположены не на одном листе с ним. Когда отсутствует изображение, на котором может быть показано направление взгляда, название вида надписывают.



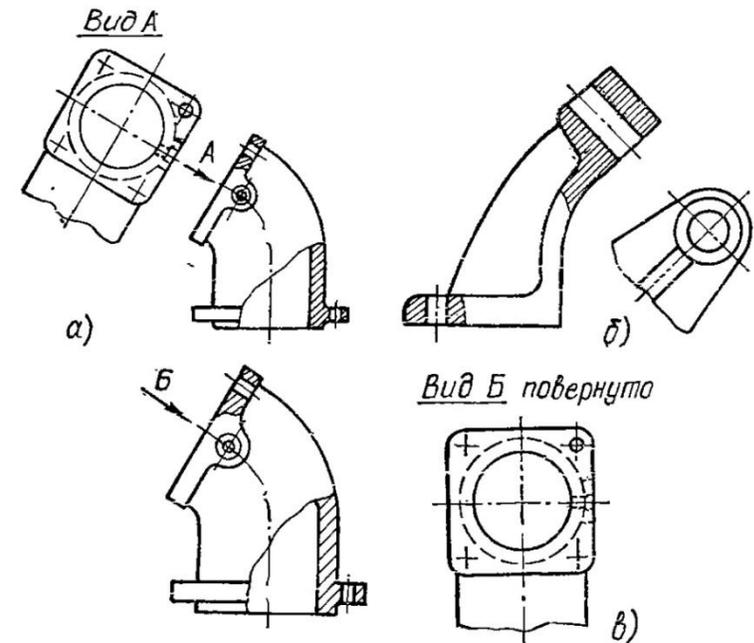
Чтение чертежей(8)

Если какая либо часть предмета не может быть показана ни на одном из вышеперечисленных видов без искажения ее формы и размеров, следует применять **дополнительные виды**, получаемые на плоскостях, не параллельных ни одной из основных плоскостей проекций.

Дополнительный вид должен быть отмечен на чертеже надписью типа «Вид А», а у связанного с дополнительным видом изображении предмета должна быть

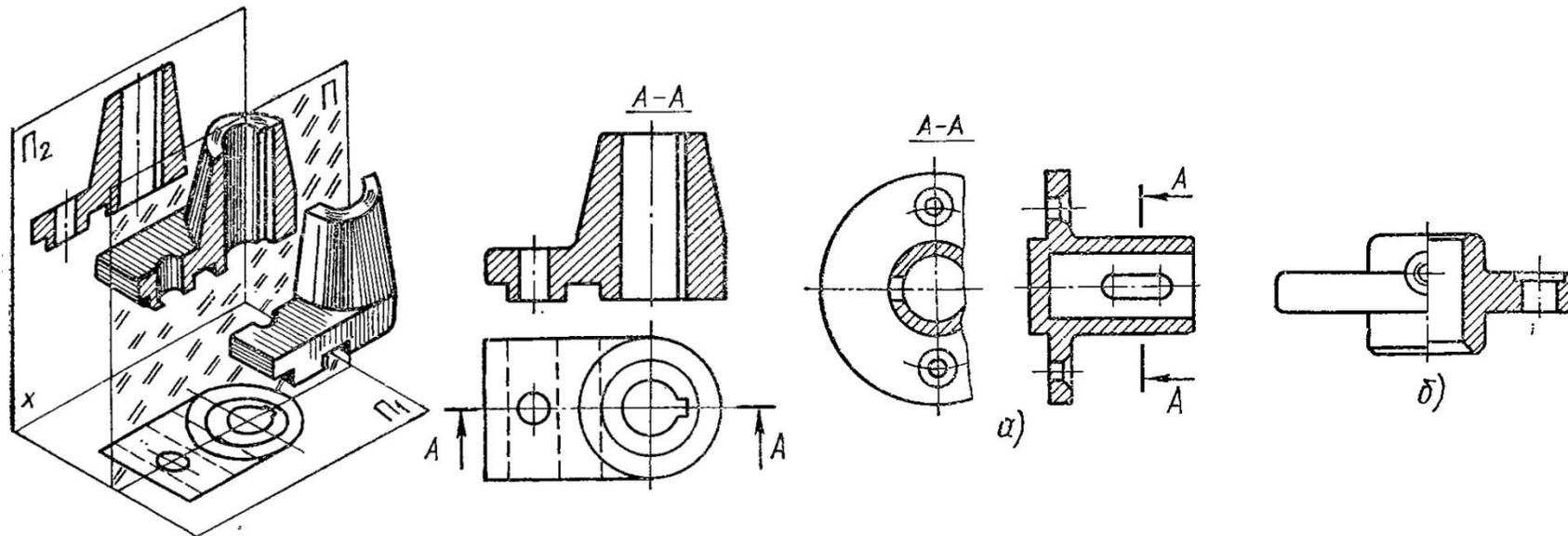
поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением (стрелка А).

Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, стрелку и надпись над видом не наносят. Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, положения, принятого для данного предмета на главном изображении; при этом к надписи добавляется слово **повернуто**. Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется **местным видом** (вид Г и вид Д)



Чтение чертежей(9)

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета. Для симметричной фигуры допускается вычерчивать взамен полного разреза несколько более его половины или половину.



Чтение чертежей(10)

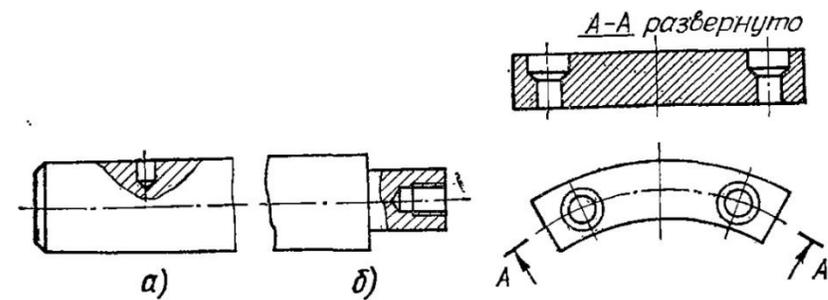
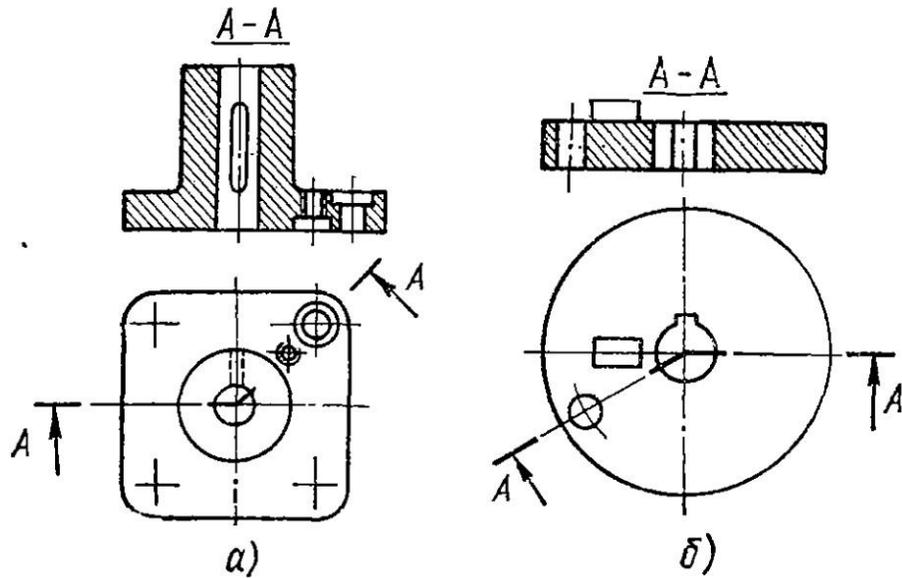
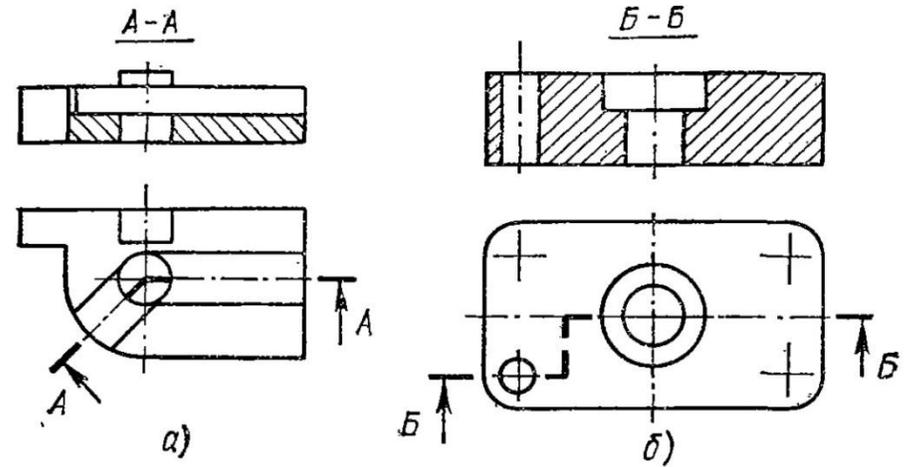
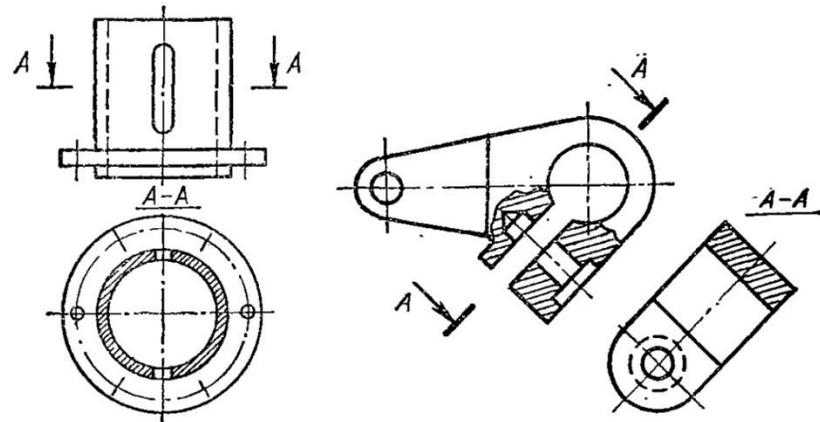
Разрезы разделяются в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости на **горизонтальные, вертикальные и наклонные**.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяются на: **простые** при одной секущей плоскости; **сложные** при двух и более секущих плоскостях. Сложные разрезы бывают **ступенчатыми**, если секущие плоскости параллельны, и **ломаными**, если секущие плоскости пересекаются. При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачивают до совмещения в одну плоскость, при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчиваются так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение.

Разрезы называются **продольными** если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета и **поперечными**, если секущие плоскости направлены перпендикулярно длине или высоте предмета.

Местным разрезом называется разрез, служащий для выяснения устройства предмета лишь в отдельном, ограниченном, месте. Граница местного разреза выделяется на виде сплошной волнистой линией, проведенной от руки, которая не должна совпадать с какими-либо другими линиями контура изображения. В качестве секущей плоскости допускается применять цилиндрическую поверхность, развертываемую затем в плоскость.

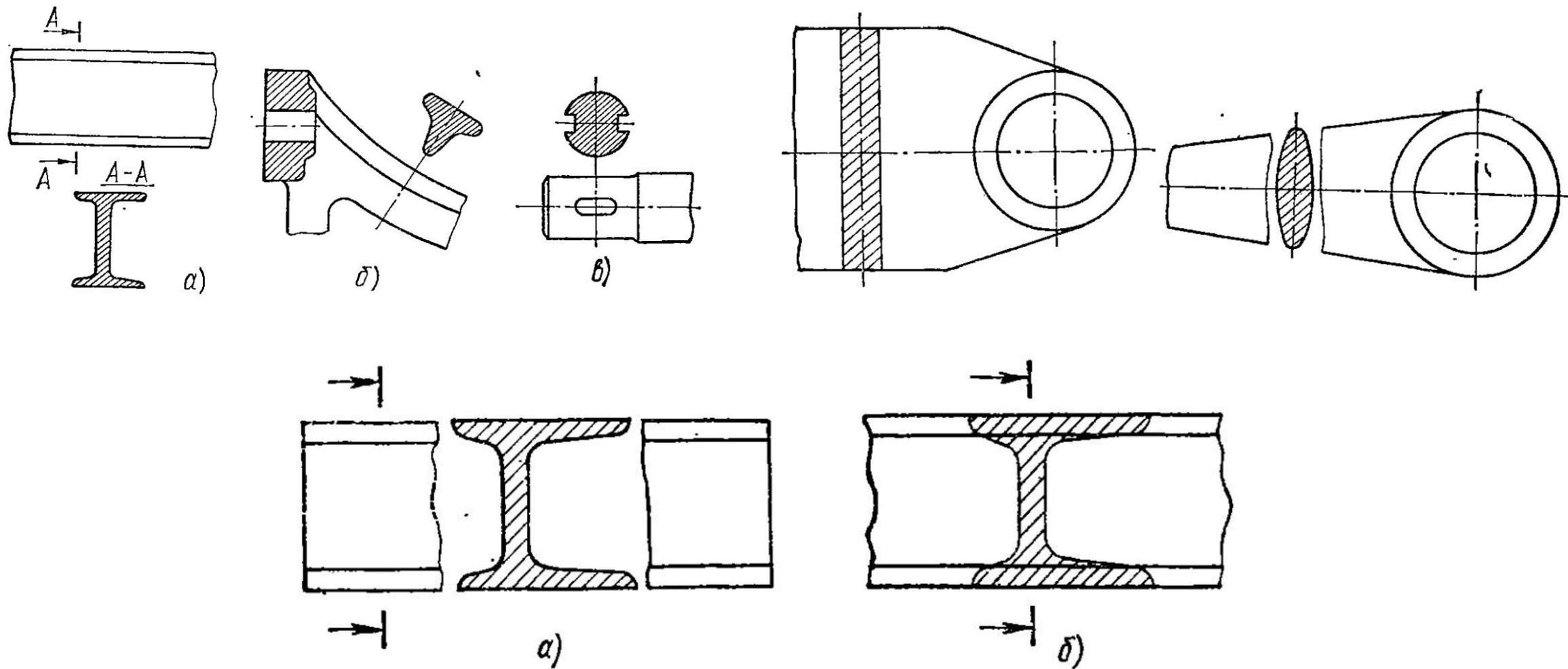
Чтение чертежей(11)



Чтение чертежей(12)

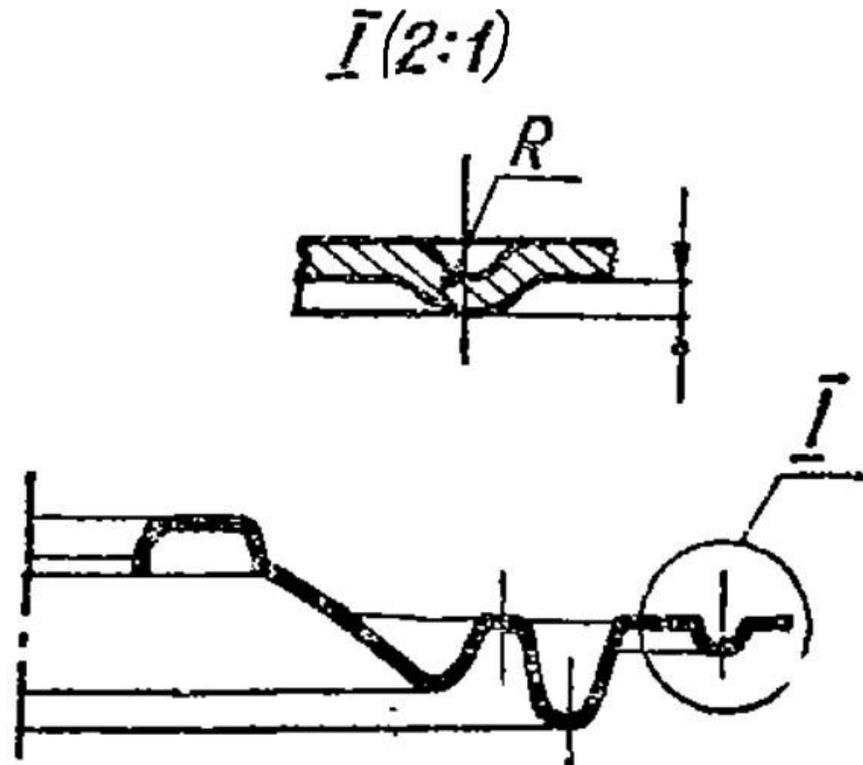
Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости. Сечение, как правило, выполняют для отдельных элементов деталей, для изображения которых нецелесообразно применять разрезы. Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на **вынесенные**, расположенные вне изображения предмета, контур их выполняют сплошными основными линиями и **наложенные**, совмещающиеся с соответствующим видом предмета. Контур наложенного сечения наносится тонкими сплошными линиями. Контур изображения предмета на месте расположения наложенного сечения не прерывается. Их допускается располагать в разрыве между частями одного и того же вида. Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения указывают штрих-пунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками, и линию сечения не проводят. Если сечение расположено в разрыве симметричной фигуры, линия сечения не проводится и буквами не обозначается. Вынесенные сечения допускается располагать на любом свободном месте поля чертежа, при этом линия сечения наносится в виде разомкнутой, а направление взгляда указывается стрелками с обозначением или буквами. Сечение сопровождается надписью по типу А-А.

Чтение чертежей(13)



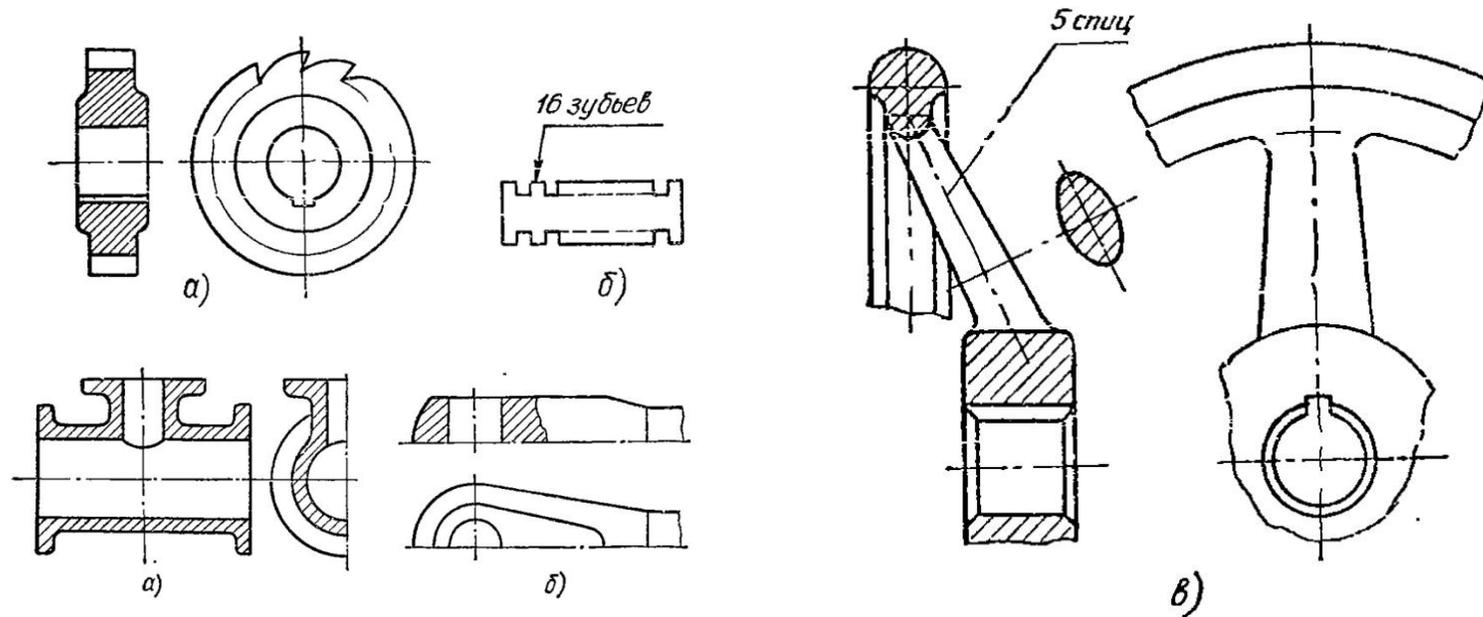
Чтение чертежей(14)

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какойлибо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент разрезом). Располагают его возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.



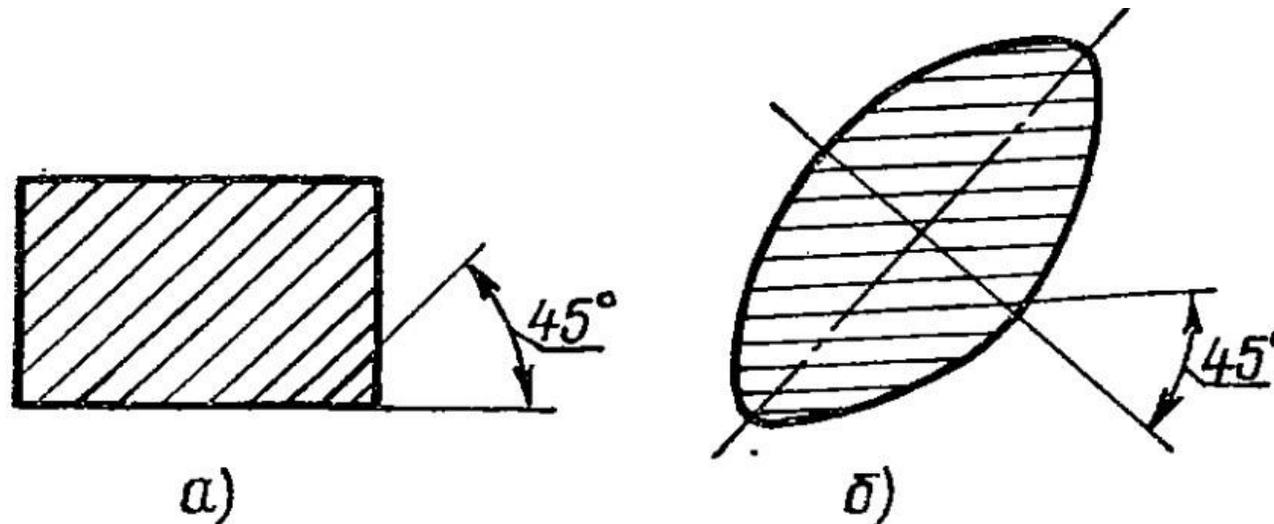
Чтение чертежей(15)

Если вид, разрез или сечение представляют симметричную фигуру, допускается вычерчивать половину изображения или немного более половины изображения с проведением в последнем случае линии обрыва. Если предмет имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов (отверстий, зубьев, пазов и др.), то на изображении полностью показывают один два таких элемента, а остальные предметы упрощенно или условно. Допускается изображать лишь часть предмета с соответствующей надписью о количестве элементов, и их расположении.



Чтение чертежей(16)

ГОСТ 2.306 устанавливает виды графических условных обозначений материалов в сечениях, а также правила нанесения их на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Общее графическое обозначение материалов в сечениях независимо от вида материалов должно быть выполнено как показано на рисунке. Графические обозначения материалов в сечениях в зависимости от вида материалов должны соответствовать приведенным в таблице. Допускается применять дополнительные обозначения материалов, не предусмотренные ГОСТ 2.306-68, с пояснениями на чертеже. Если необходимо уточнить разновидности материалов, когда они имеют однотипные обозначения, графические обозначения должны сопровождаться поясняющей надписью на поле чертежа.

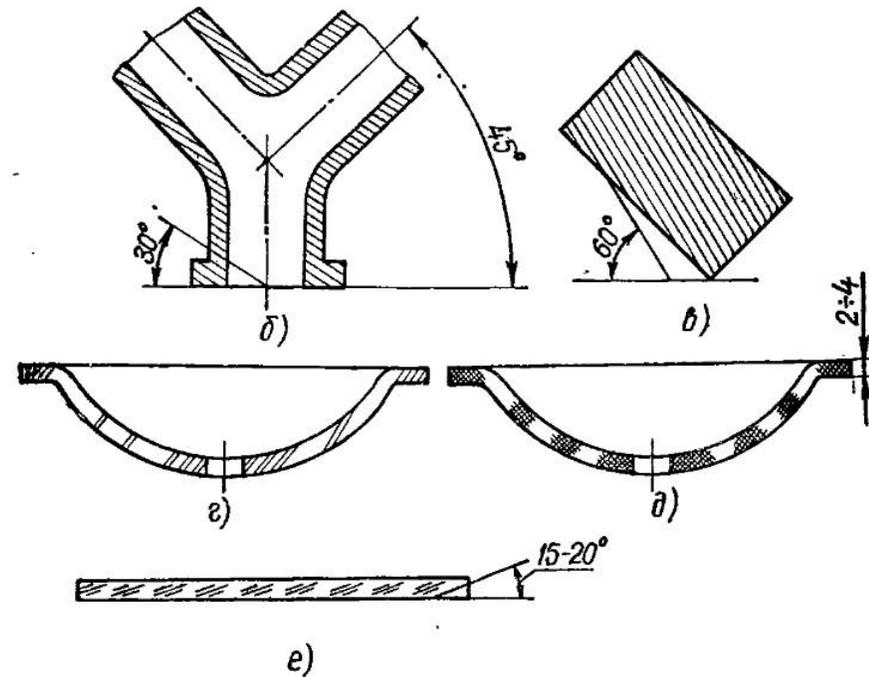
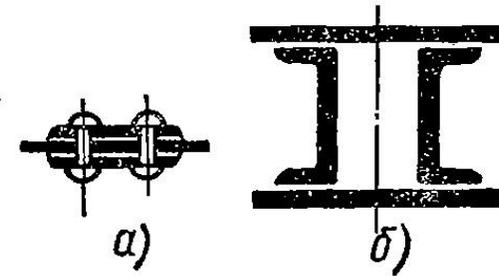


Чтение чертежей(17)

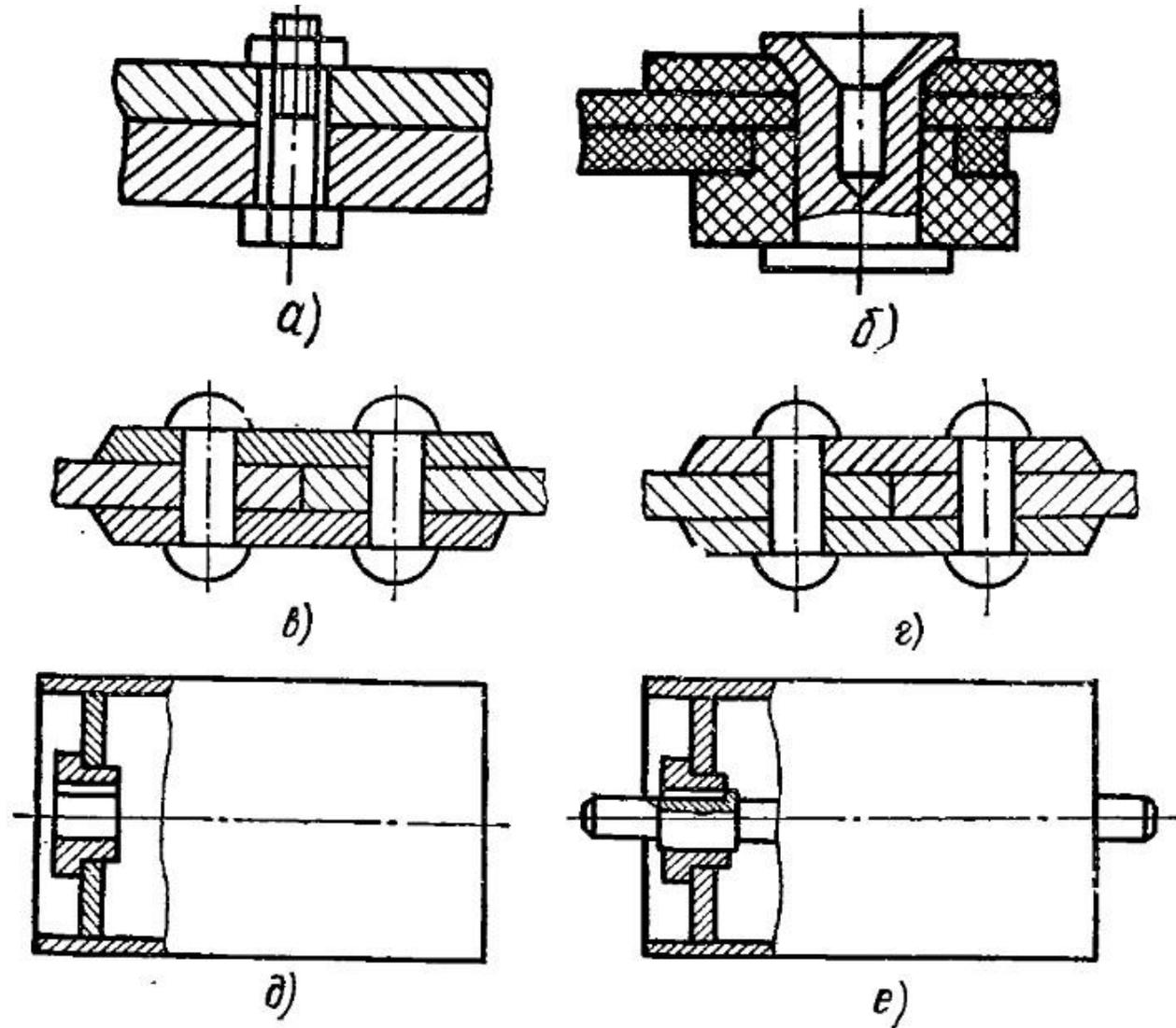
Графические обозначения материалов в сечениях

Материал	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Дерево	
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

Материал	Обозначение
10. Сетка	
11. Засыпка из любого материала (в сечении)	



Чтение чертежей(18)



Чтение чертежей(19)

Основанием для определения величины изображаемого изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Числовые значения величин должны выбираться из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69, Основанием для определения требуемой точности изделия при его изготовлении являются указанные на чертеже предельные отклонения размеров, а также предельные отклонения формы и расположения поверхностей.

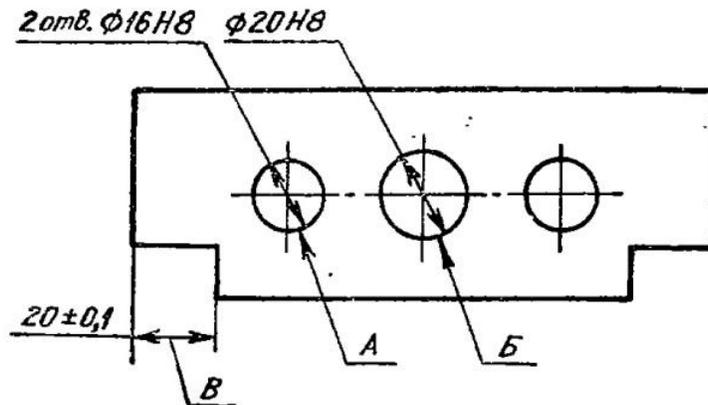
Размерные числа должны соответствовать действительным размерам независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж. Если элемент изображен с отступлением от масштаба изображения, то размерное число следует подчеркнуть. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия. Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу, на чертеже указывают только один раз. Не допускается повторять их на разных изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации. Исключение составляют справочные размеры, оговоренные стандартом.

Чтение чертежей(20)

Если в технических требованиях необходимо дать ссылку на размер, нанесенный на изображении, то этот размер или соответствующий элемент обозначают буквой, а в технических требованиях помещают запись.

Размеры бывают линейные (длина, ширина, величина радиуса, диаметра, хорды или дуги) и угловые.

Линейные размеры и их предельные отклонения указывают на чертежах в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. Для размеров и предельных отклонений, приводимых в технических требованиях, примечаниях и подобных пояснительных надписях на поле чертежа, обязательно указывают единицы измерения. Если же размеры даны в сантиметрах, метрах и т. д., то размерные числа необходимо записывать с обозначением единицы измерения (см, м) или указывать их в технических требованиях. Угловые размеры и их предельные отклонения указывают в градусах, минутах и секундах.



Чтение чертежей(21)

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

Для всех размеров, нанесенных на рабочих чертежах, указывают предельные отклонения.

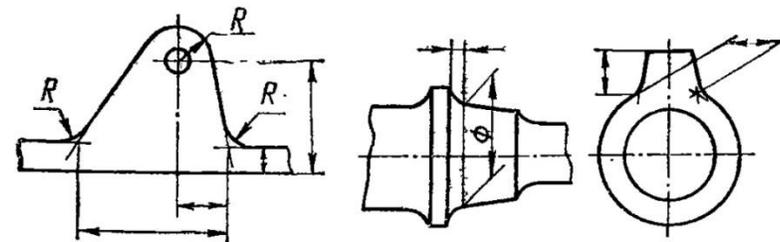
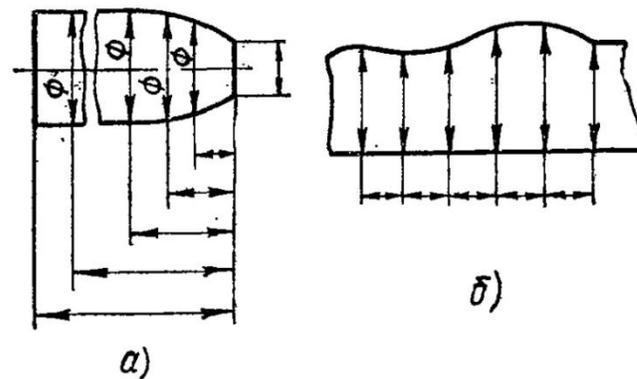
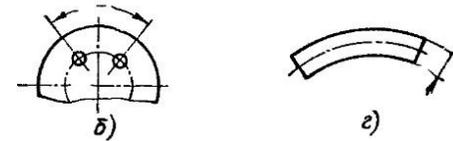
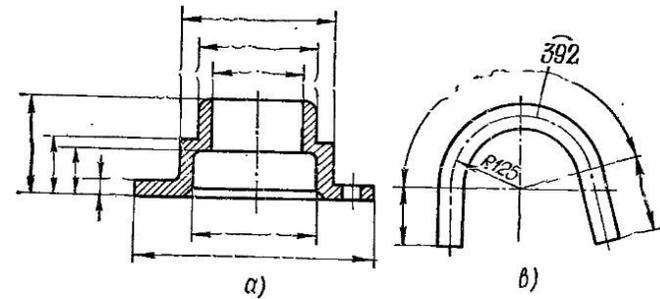
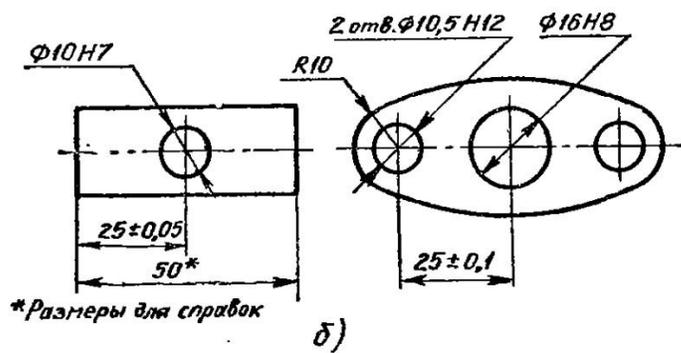
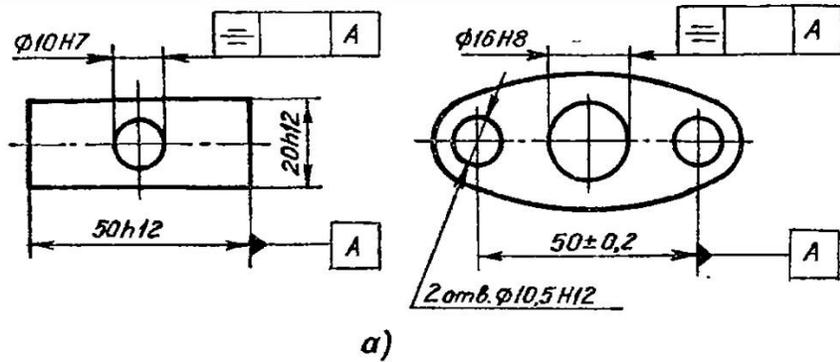
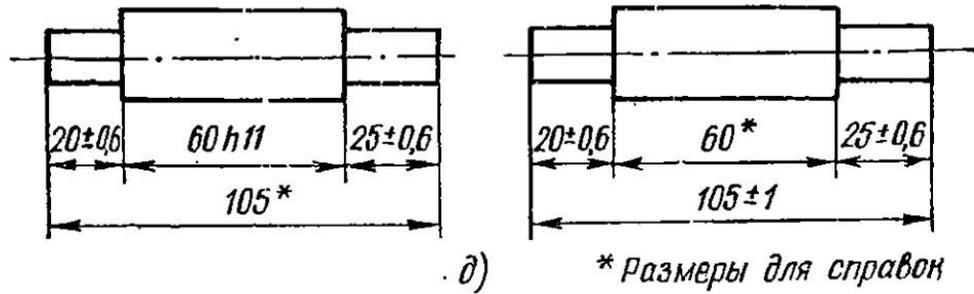
Допускается не указывать предельные отклонения:

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

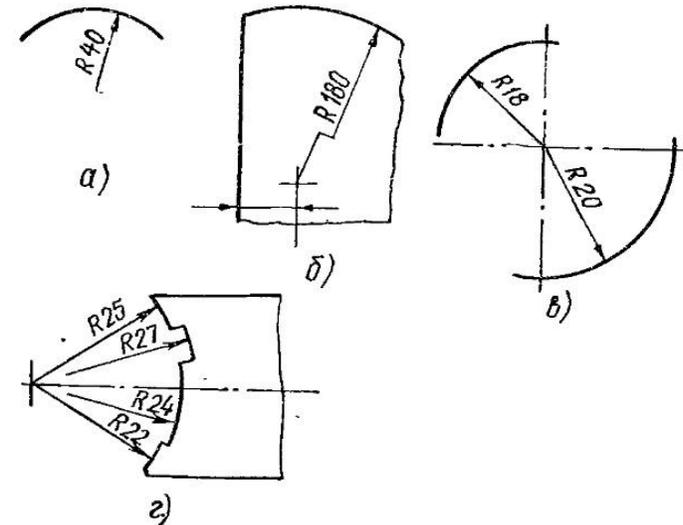
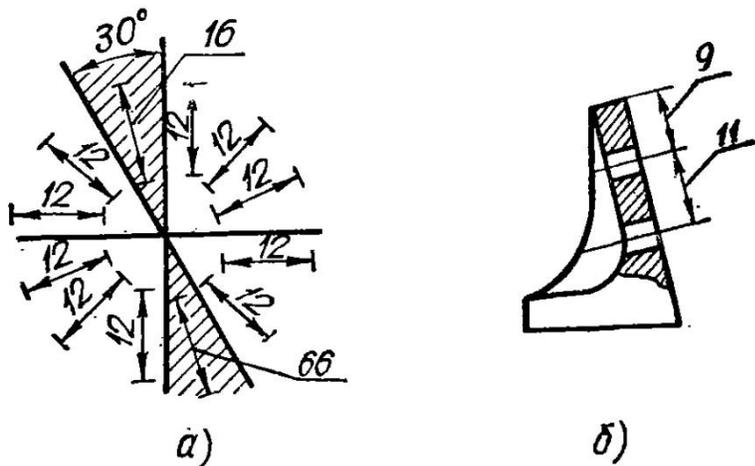
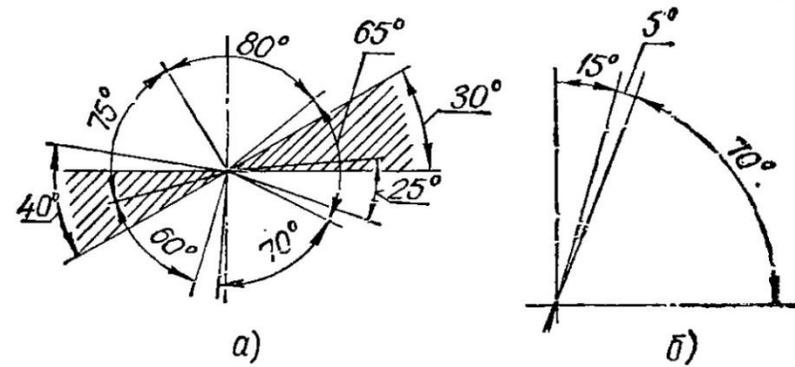
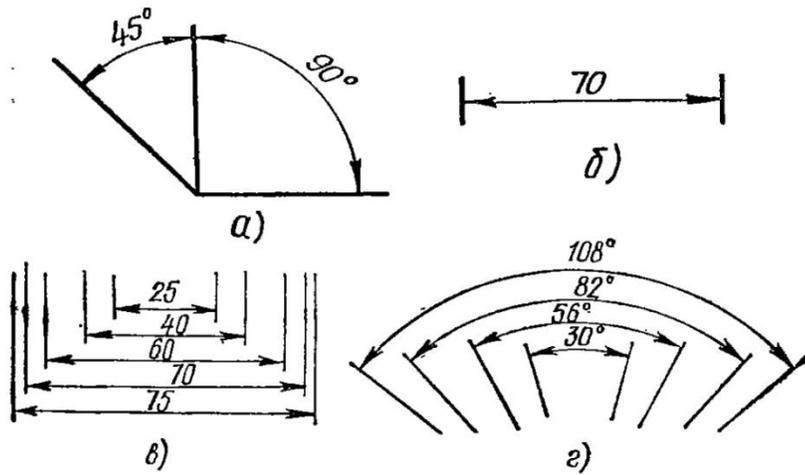
для размеров деталей изделий индивидуального производства, задаваемых с припуском на пригонку. На таких чертежах в непосредственной близости от размеров наносят знак *, а в технических требованиях указывают: «*Размеры с припуском на пригонку по дет...»; «*Размеры с припуском на пригонку по черт. . .»; «* Размеры с припуском на пригонку по сопрягаемой детали».

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

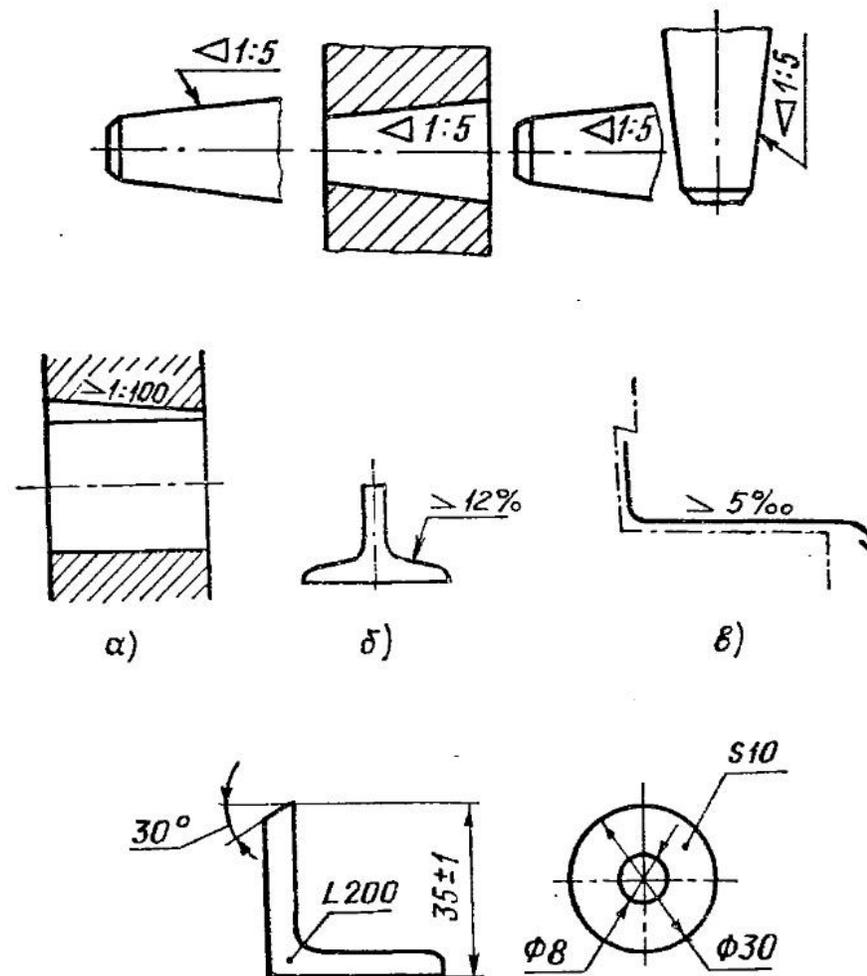
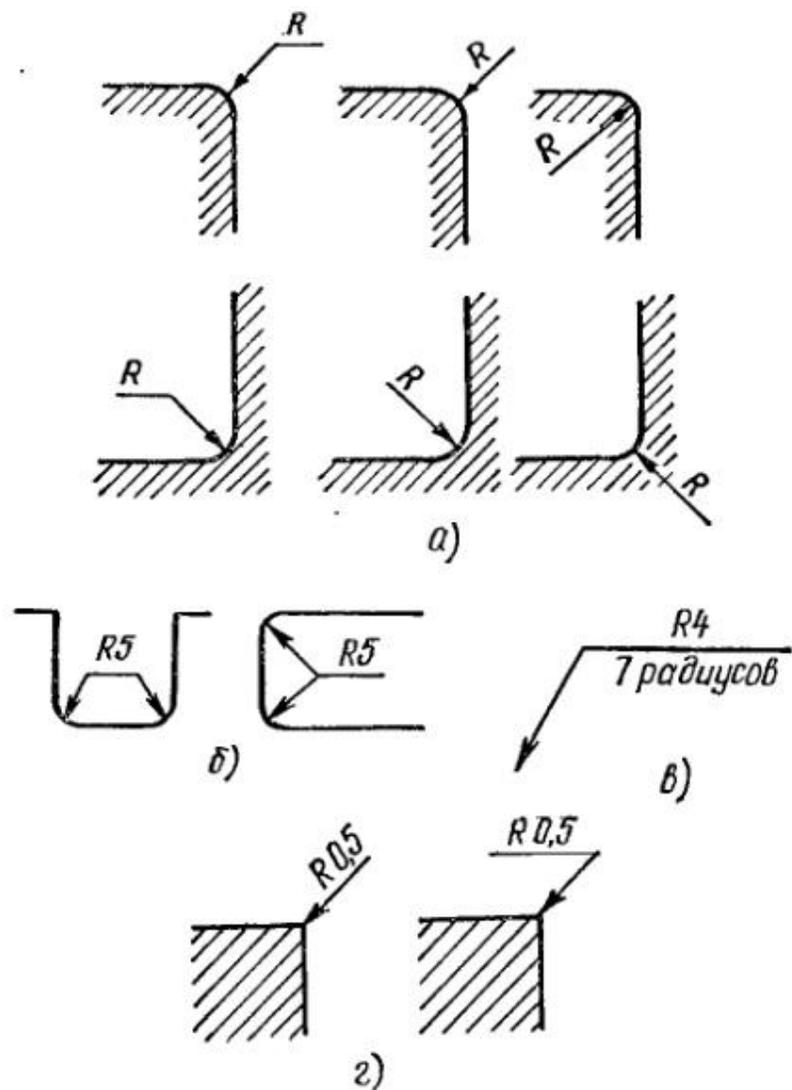
Чтение чертежей(22)



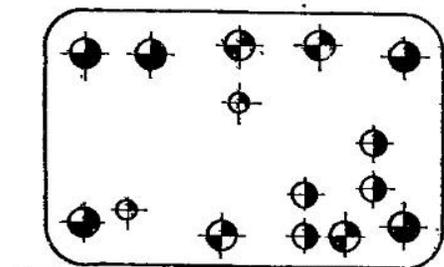
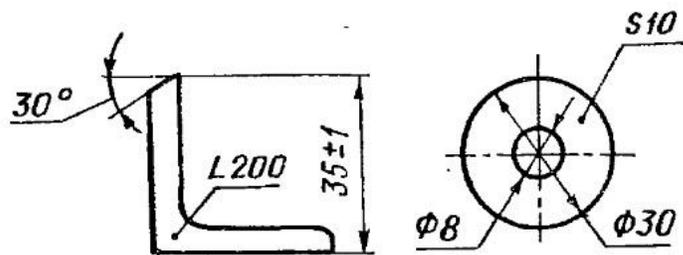
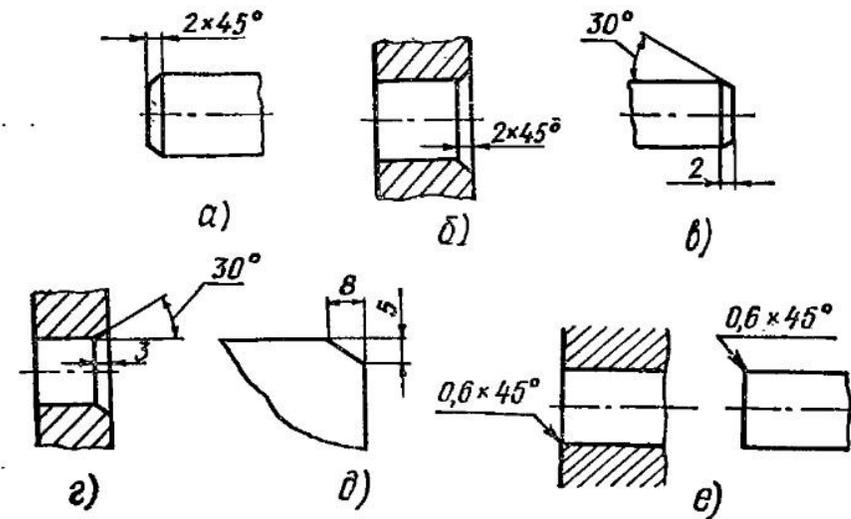
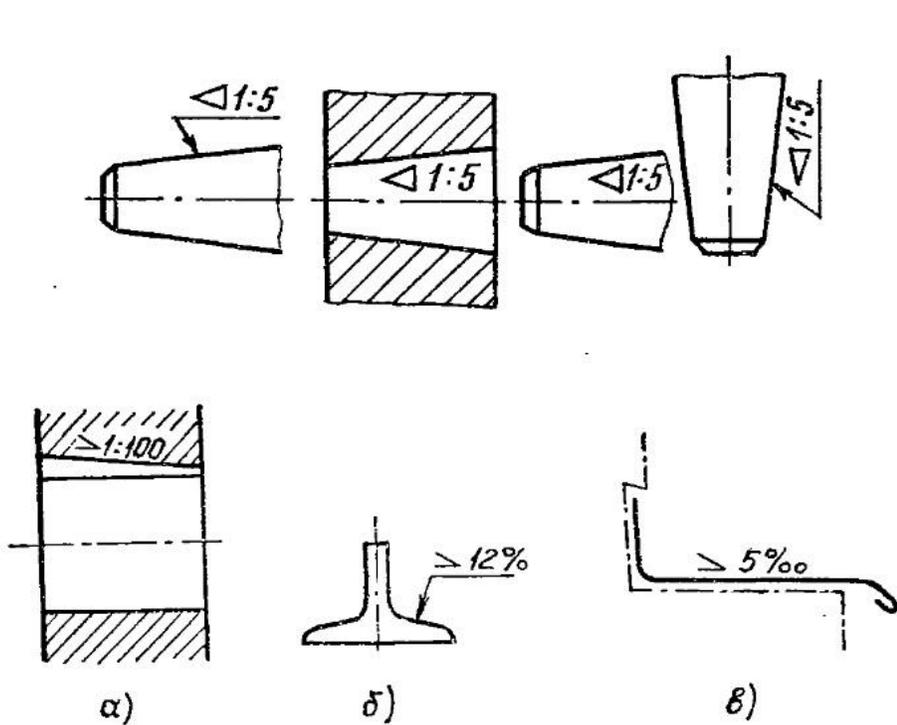
Чтение чертежей(23)



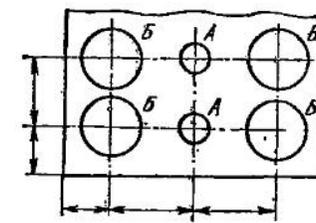
Чтение чертежей(24)



Чтение чертежей(25)



Обозначение	Количество	Размеры, мм	Шероховатость поверхности
	2	$\phi 5H7$	$R_{2,5}$
	4	$\phi 6H12$	$R_{4,0}$
	5	$\phi 6,5$	$R_{4,0}$
	4	$\phi 7$	$R_{4,0}$

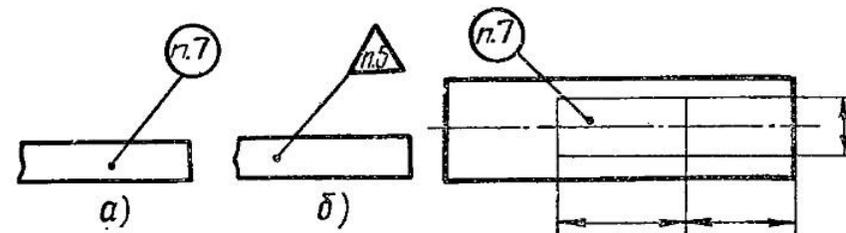
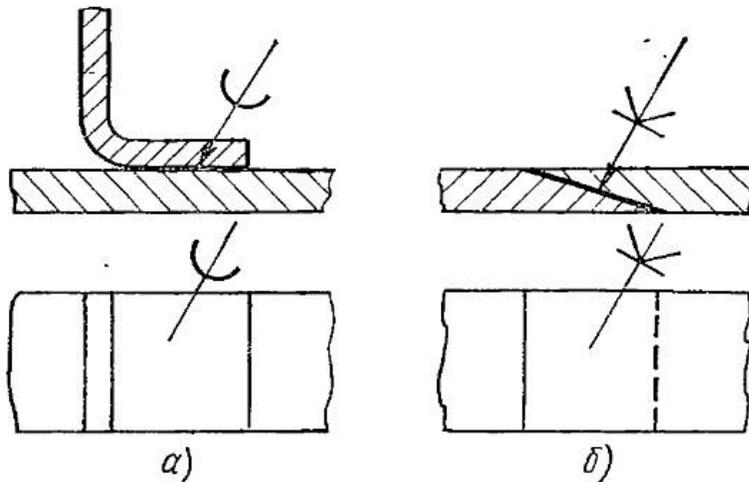
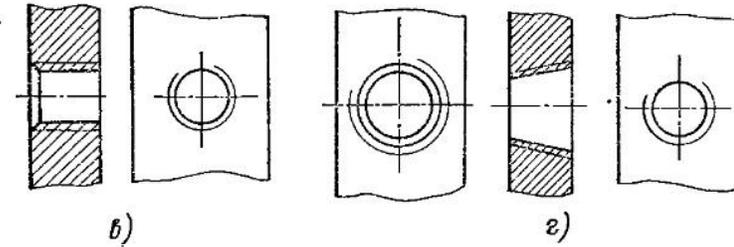
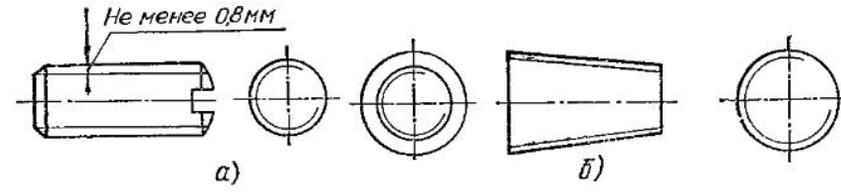
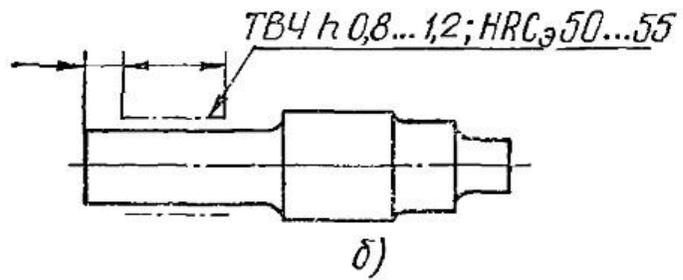
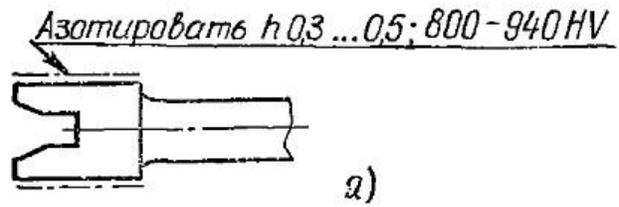


Обозначение отверстий	Количество	Размер, мм
A	2	$\phi 3$
B	4	$\phi 6,8$

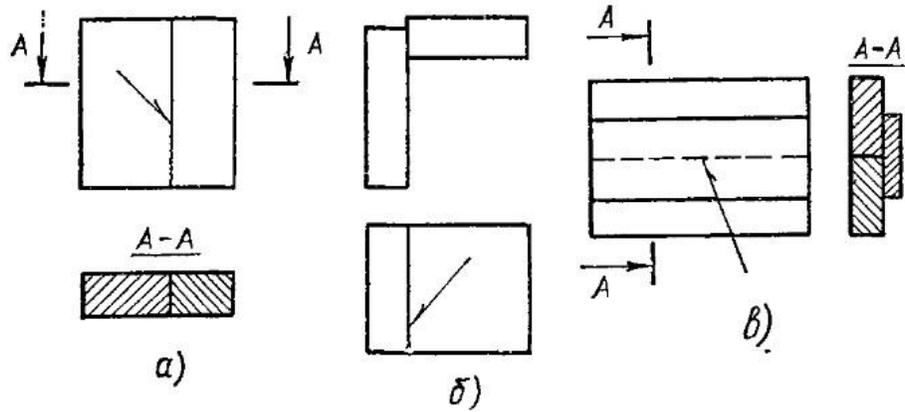
д)

в)

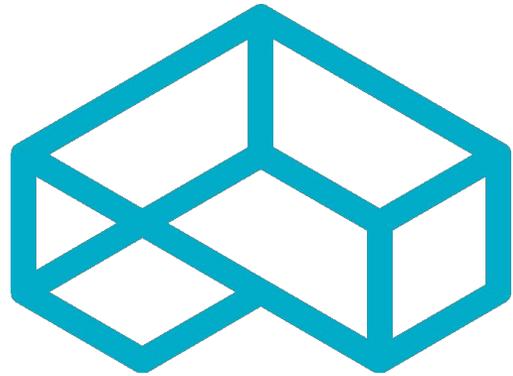
Чтение чертежей(26)



Чтение чертежей(27)



Вспомогательный знак	Значение вспомогательного знака	Расположение вспомогательного знака относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением. Угол наклона линии $\approx 60^\circ$		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		
	Шов по замкнутой линии. Диаметр знака — 3—5 мм		
	Шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно на чертеже		



ARCONIC
Innovation, engineered.

[В](#)
[начало](#)