

Изучение новой темы начнем с повторения терминов предыдущего занятия

Что означает термин «взаимозаменяемость»?

### **Взаимозаменяемость**

**— это свойство деталей, узлов и агрегатов машин, изготовленных независимо, с заданной точностью, которое позволяет устанавливать эти составные части в процессе сборки в машину или заменять в случае ремонта при сохранении как функциональных характеристик машины, так и ее надежности и качества.**

Какие виды взаимозаменяемости возможны в технике?

**Полная , неполная, внутренняя,  
внешняя**

Что представляют собой вал и отверстие?

**Вал— это термин, относящийся к наружным (охватываемым) элементам деталей, размеры которых обозначают строчными буквами.**

**Отверстие— это термин, относящийся к внутренним (охватывающим) элементам деталей, размеры которых обозначают прописными буквами**

Определение точности.

**Точность в технике — это степень приближения истинного значения рассматриваемого параметра процесса или объекта к его заданному значению**

Каковы особенности номинального, действительного и предельных размеров?

**Номинальный размер служит началом отсчета отклонений.**

**Действительный размер — это размер, установленный при измерении с допустимой погрешностью.**

**Предельные размеры— два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер годной детали .**

**Большой из них называется наибольшим предельным**

# Допуск

Допуском  $T$  называют разность между наибольшим и наименьшим допустимыми значениями параметра.

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = |ES - EI|,$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = |es - ei|.$$

Какой допуск относится к валу ?

*С прописными буквами или строчными*

**Поле допуска** — это поле, ограниченное верхним и нижним предельными отклонениями относительно номинального размера — нулевой линии.

**Нулевая линия**— это линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладывают отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. Как правило, нулевая линия располагается горизонтально, и положительные отклонения откладывают относительно нее вверх, а отрицательные — вниз.

**Основной вал**— это вал, верхнее предельное отклонение которого равно нулю ( $e_s = 0$ )

**Основное отверстие**— это отверстие, нижнее предельное отклонение которого равно нулю ( $E_1 = 0$ )

**Посадкой** называется характер соединения деталей одинакового номинального размера, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов.

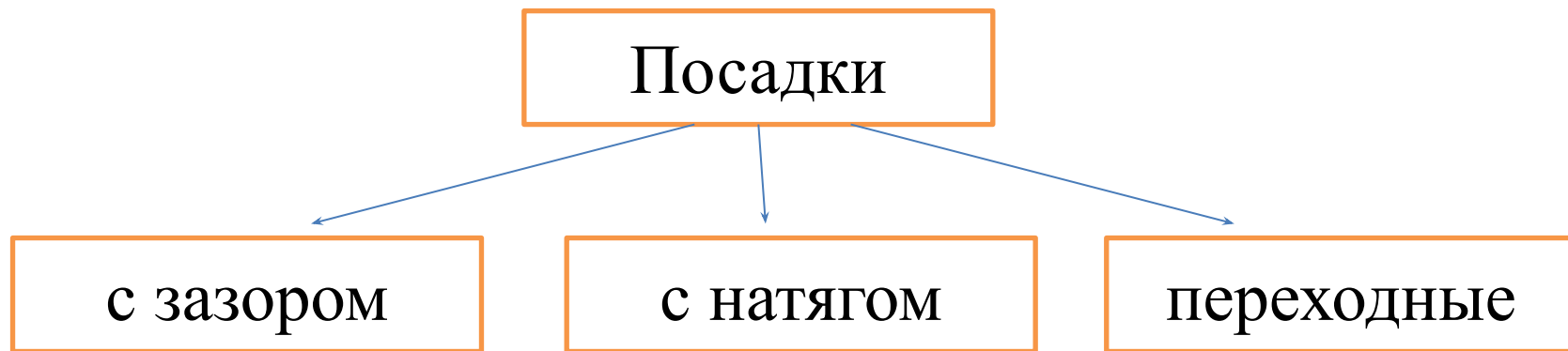
*Посадка характеризует свободу относительного перемещения деталей в соединении или степень сопротивления их взаимному перемещению.*

**Зазор S**— разность размеров отверстия и вала, если размеры вала меньше размеров отверстия.

*Соединение с зазором допускает перемещение деталей относительно друг друга.*

**Натяг N** — разность размеров вала и отверстия до сборки соединения, если размер вала больше размера отверстия.

*Соединение с натягом обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки.*



**Посадка с зазором** (рис. 2.9, а) — это посадка, при которой зазор в соединении обеспечивается за счет разности размеров отверстия и вала. На рис. 2.9, б показана схема посадки с зазором.

Поле 1 допуска отверстия располагается над полем 2 допуска вала, и в любом случае в данном соединении размеры вала будут меньше размеров отверстия.

Посадка с зазором характеризуется следующими основными параметрами:

- наибольшим зазором  $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$ ;
- наименьшим зазором  $S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$ ;
- средним зазором  $S_m = (S_{\max} + S_{\min})/2$ ;
- допуском посадки  $TS = S_{\max} - S_{\min} = TD + Td$ .

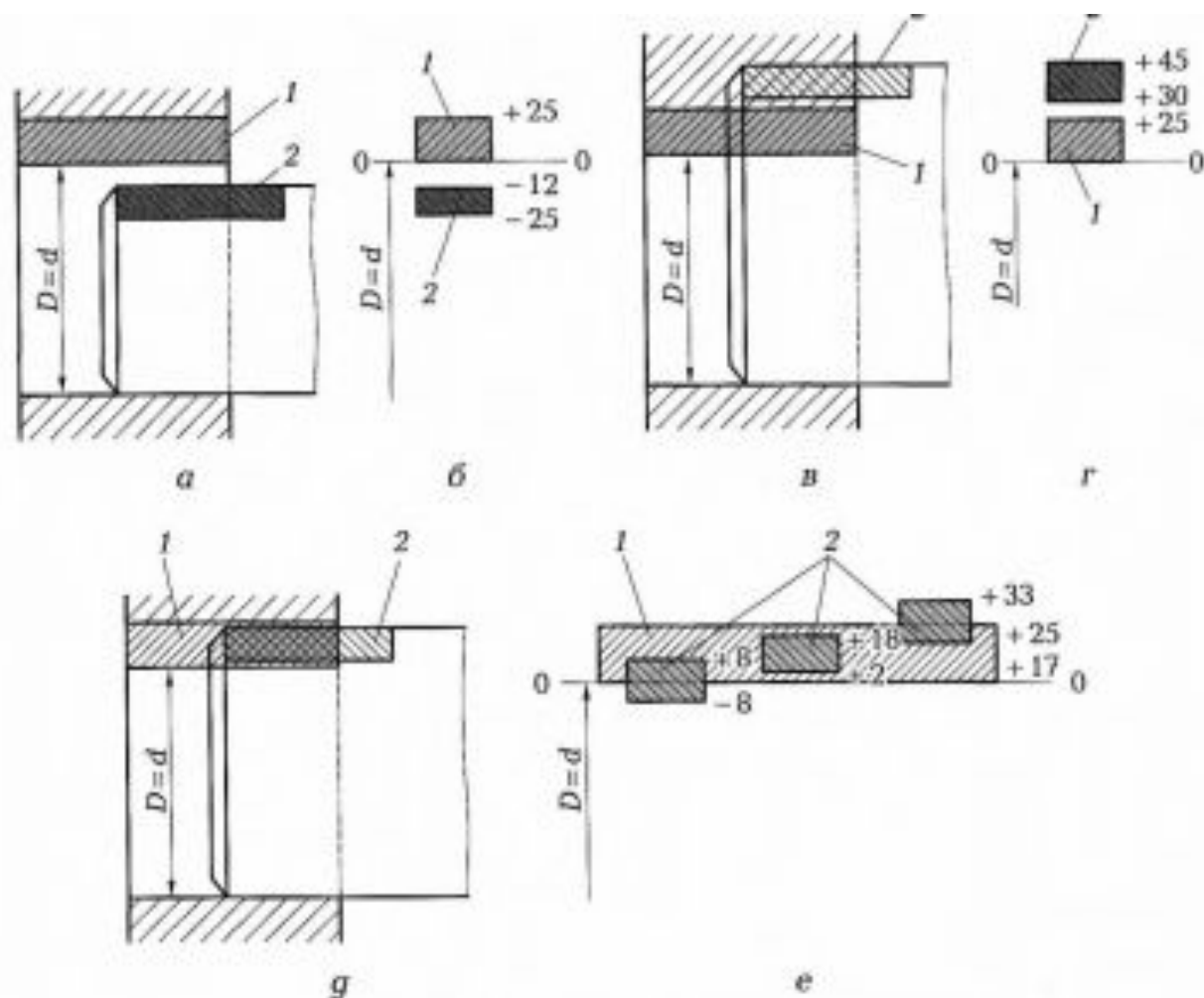


Рис. 2.9. Типы посадок и их графическое изображение:

а — посадка с зазором; б — графическое изображение посадки с зазором; в — посадка с натягом; г — графическое изображение посадки с натягом; д — переходная посадка; е — графическое изображение переходных посадок; 1 — поле допуска отверстия; 2 — поле допуска вала



**Посадка с натягом** (рис. 2.9, в) — это посадка, при которой натяг в соединении обеспечивается за счет разности размеров вала и отверстия. На рис. 2.9, г показана посадка с натягом.

Поле 1 допуска отверстия располагается под полем 2 допуска вала, и в любом случае в данном соединении размеры вала будут больше размеров отверстия.

Основными параметрами посадки с натягом являются:

- наибольший натяг  $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$ ;
- наименьший натяг  $N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}$ ;
- средний натяг  $N_m = (N_{\max} + N_{\min})/2$ ;
- допуск посадки  $T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d$ .

**Переходная посадка** (рис. 2.9, д) — это посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков вала и отверстия перекрываются полностью или частично). На рис. 2.9, е показана схема переходной посадки, которая характеризуется следующими основными параметрами:

- наибольшим зазором  $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$ ;
- наибольшим натягом  $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$ ;
- допуском посадки  $T_S(N) = T_D + T_d$ .

# ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ПО ФОРМЕ И ВЗАИМНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ

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

Отклонением формы  $\Delta$  (рис. 2.12) называют отклонение реальной поверхности 2, ограничивающей тело, от номинальной 1

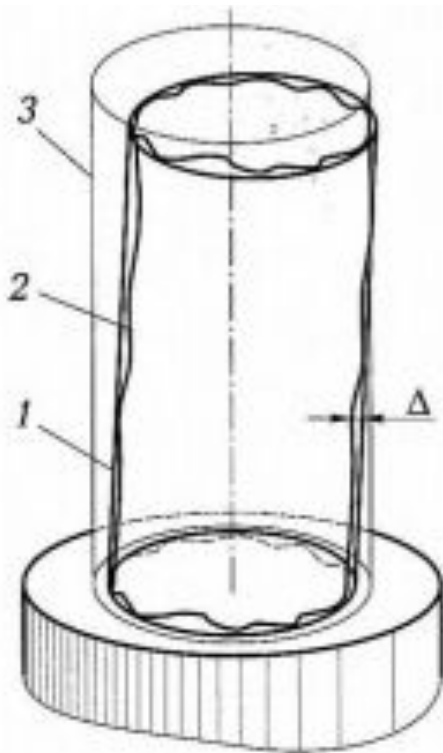


Рис. 2.12. Виды поверхностей детали:

1 — номинальная; 2 — реальная;  
3 — прилегающая;  $\Delta$  — отклонение форм

**База**— поверхность, линия или точка детали, определяющая одну из плоскостей или осей системы координат, по отношению к которой задается допуск расположения или определяется отклонение взаимного расположения поверхностей.

**Профиль поверхности** — линия пересечения (или контур) поверхности с плоскостью или заданной поверхностью. Для нормирования и количественной оценки отклонений формы и взаимного расположения поверхностей используют принцип прилегающих прямых, окружностей, поверхностей и профилей.

**Прилегающая прямая** — это прямая, соприкасающаяся с реальным профилем и расположенная вне материала детали так, что расстояние от нее до наиболее удаленной точки реального профиля в пределах нормируемого участка имеет минимальное значение (рис. 2.13, а).

**Прилегающая окружность** — это окружность минимального диаметра, описанная вокруг реального профиля наружной поверхности вращения детали (рис. 2.13, б), или окружность максимального диаметра, вписанная в реальный профиль внутренней поверхности вращения (рис. 2.13, в)



Рис. 2.13. Прилегающая прямая (а) и прилегающие окружности (б, в):

а —  $\Delta < \Delta_1$ ,  $\Delta < \Delta_2$ ; б —  $r < r_1$ ,  $r < r_2$ ; в —  $r > r_1$ ;  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  — отклонения прилегающей прямой от реального профиля;  $\Delta$  — разность между прилегающим и реальным профилем;  $r$  — радиус окружности реального профиля;  $r_1$ ,  $r_2$  — радиусы окружностей прилегающего профиля

**Прилегающий цилиндр** представляет собой цилиндр минимального диаметра, описанный вокруг реальной наружной поверхности, или цилиндр максимального диаметра, вписанный в реальную внутреннюю поверхность (рис. 2.14)



Рис. 2.14. Прилегающий цилиндр и отклонение  $\Delta_1$  от цилиндричности

**Прилегающая плоскость**— это плоскость, соприкасающаяся с реальной поверхностью и расположенная вне материала детали так, что отклонение от нее наиболее удаленной точки реальной поверхности в пределах нормируемого участка имеет минимальное значение (рис. 2.15).

В практике оценки отклонений приняты следующие обозначения:

A — отклонение формы или расположения поверхностей;

T — допуск формы или расположения;

I — длина нормируемого участка.

Количественно отклонение формы оценивается наибольшим расстоянием A от точек реальной поверхности (профиля) до прилегающей поверхности (профиля).



Рис. 2.15. Прилегающая плоскость и отклонение  $\Delta$  от плоскостности:  
 $L_1, L_2$  — размеры нормируемого участка

## Отклонения формы цилиндрических поверхностей.

**Отклонение от круглости** — комплексный показатель отклонений в плоскости поперечного сечения цилиндрической детали. Отклонением от круглости называют наибольшее расстояние  $\Delta_{кр}$  от точек реального профиля до прилегающей окружности (рис. 2.16,

**а) Допуск круглости  $T$**  — наибольшее допустимое значение отклонения от круглости. Частными видами отклонения от круглости являются овальность (рис. 2.16, б) и огранка (рис. 2.16, в).

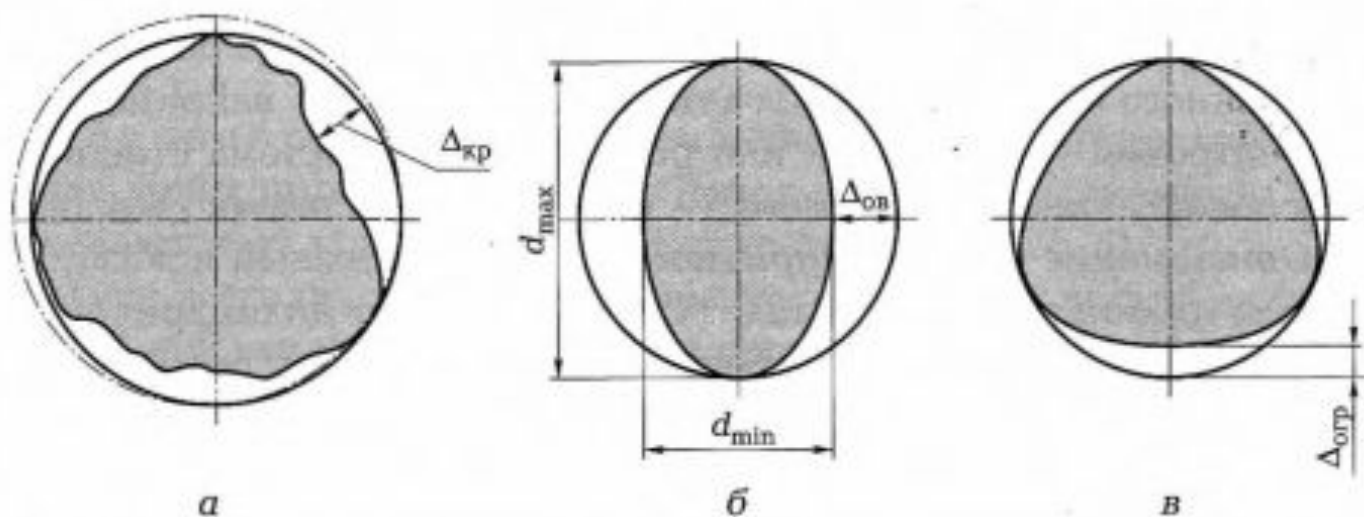


Рис. 2.16. Отклонения формы цилиндрических деталей в поперечном сечении от круглости:

а — в общем случае [ $\Delta_{кр}$ ]; б — овальность [ $\Delta_{ов}$ ]; в — огранка [ $\Delta_{огр}$ ]

**Овальность** — это отклонение от круглости, при котором реальный профиль поперечного сечения представляет собой фигуру, близкую по форме к овалу. Наибольший и наименьший диаметры этой фигуры взаимно-перпендикулярны (см. рис. 2.16, б). За значение овальности принимают полуразность между наибольшим и наименьшим диаметрами сечения:

$$\Delta_{ов} = (d_{max} - d_{min})/2.$$

Овальность возникает вследствие биения шпинделя токарного или шлифовального станка, неправильной формы поперечного сечения заготовки, дисбаланса детали и т.д.

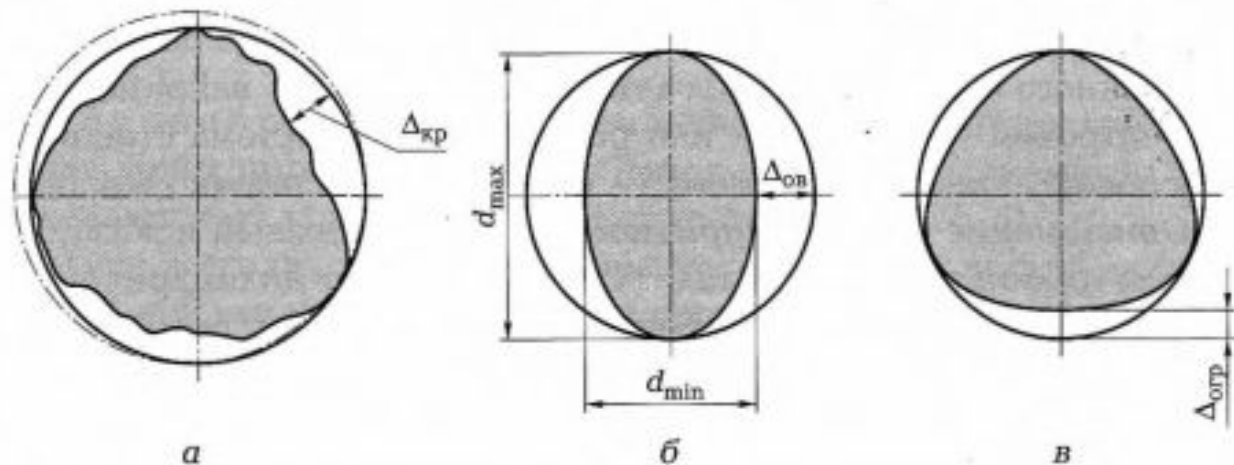


Рис. 2.16. Отклонения формы цилиндрических деталей в поперечном сечении от круглости:  
а — в общем случае [ $\Delta_{кр}$ ]; б — овальность [ $\Delta_{ов}$ ]; в — огранка [ $\Delta_{огр}$ ]



**Огранка** — это отклонение от круглости, при котором реальный профиль поперечного сечения представляет собой многогранную фигуру (см. рис. 2.16, в). Огранка количественно определяется так же, как и отклонение от круглости, — наибольшим отклонением  $\Delta_{огр}$  точек реального профиля от прилегающей окружности.

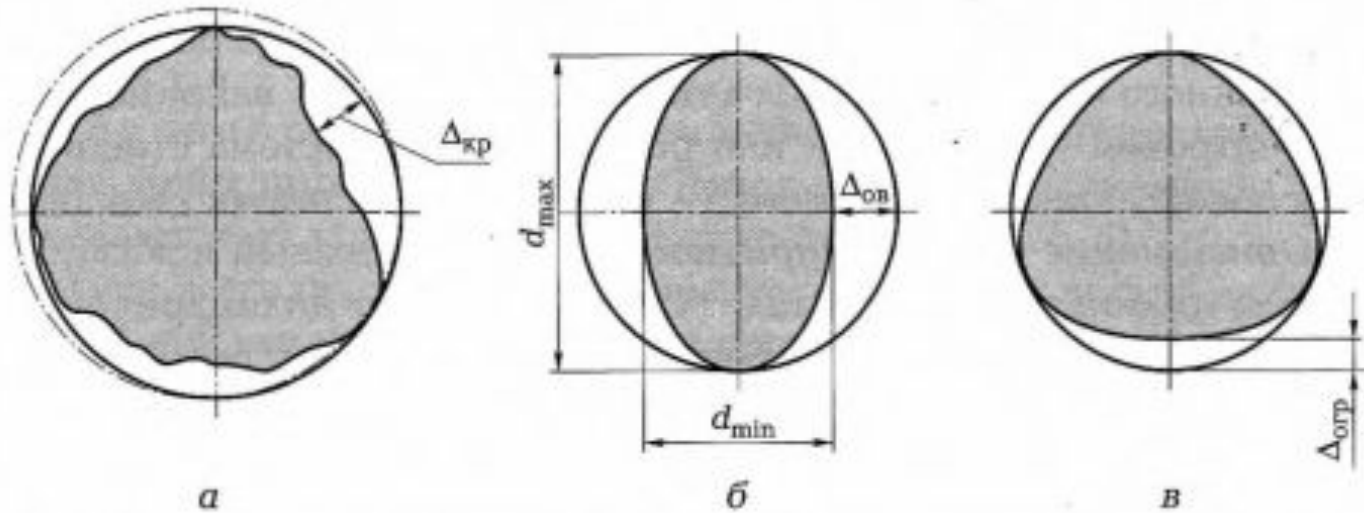


Рис. 2.16. Отклонения формы цилиндрических деталей в поперечном сечении от круглости:

а — в общем случае ( $\Delta_{кр}$ ); б — овальность ( $\Delta_{ов}$ ); в — огранка ( $\Delta_{огр}$ )

# Отклонение от цилиндричности— комплексный показатель формы цилиндрической детали.

Отклонением от цилиндричности называют наибольшее расстояние от точек реальной поверхности до прилегающего цилиндра в пределах нормируемого участка.

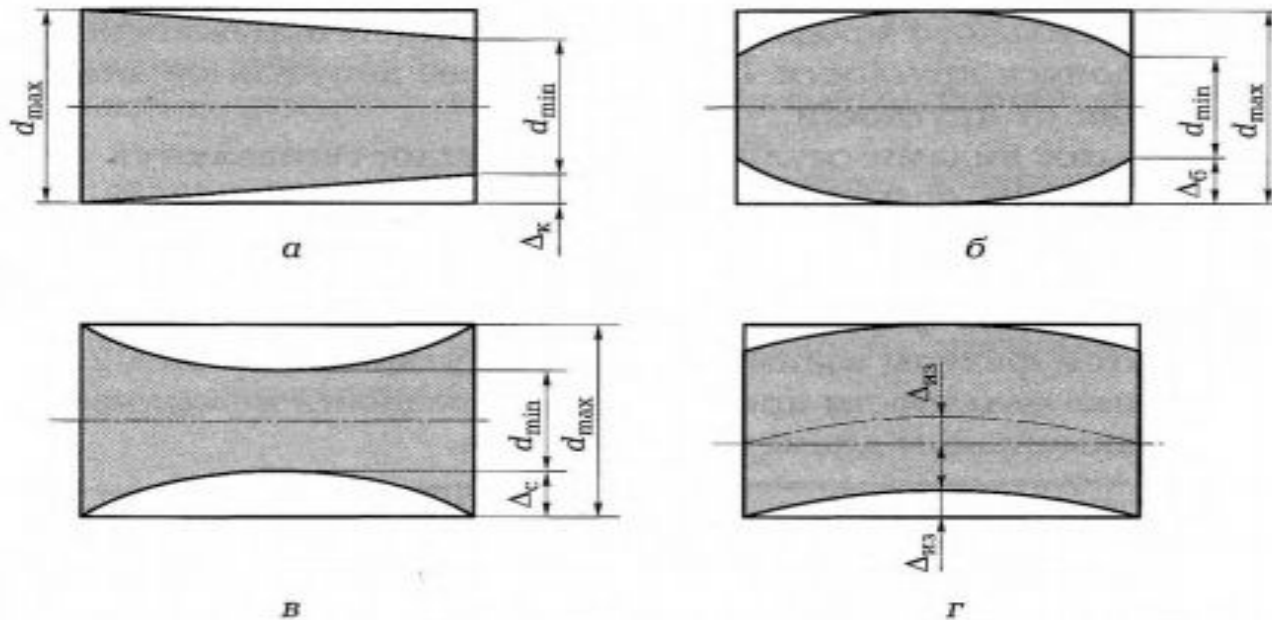


Рис. 2.17. Отклонения профиля цилиндрических деталей в продольном сечении:

а — конусообразность; б — бочкообразность; в — седлообразность; г — отклонение оси от прямолинейности;  $\Delta_k$  — величина конусообразности,  $\Delta_k = (d_{\max} - d_{\min})/2$ ;  $\Delta_б$ ,  $\Delta_с$  — величины бочкообразности и седлообразности (определяются по той же формуле, что и  $\Delta_k$ );  $\Delta_{из}$  — изгиб оси;  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  — максимальный и минимальный диаметры детали

## Отклонения формы плоских поверхностей.

Эти отклонения подразделяются на несколько видов.



Рис. 2.18. Отклонения формы плоских поверхностей:

а — графическое определение отклонения от плоскостности;  
б — вогнутость; в — выпуклость;  $\Delta$  — отклонение от плоскостности;  $\Delta_{\text{вог}}$  — величина вогнутости;  $\Delta_{\text{вып}}$  — величина выпуклости;  $L_1, L_2$  — размеры нормируемого участка

**Все виды отклонений от правильной геометрической формы отрицательно сказываются на работе соединений.**

В подвижных соединениях отклонения формы приводят к

- уменьшению фактической площади контакта,
- увеличению удельных нагрузок,
- ухудшению условий смазывания и вследствие этого к значительному сокращению ресурса соединения из-за быстрого износа сопрягаемых поверхностей.

- В соединениях с натягом отклонения формы приводят к уменьшению реального натяга и как следствие к снижению надежности соединения.

Для обеспечения взаимозаменяемости деталей **ГОСТ 24643—81 «Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения. Числовые значения»** устанавливает предельные отклонения погрешностей формы и расположения в зависимости от принятой степени точности.

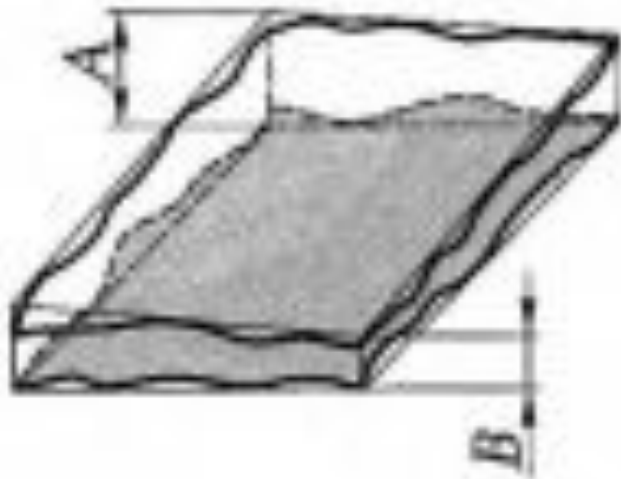
**Стандартом определены 16 степеней точности**

Относительная геометрическая точность формы цилиндрических поверхностей и соотношение допусков формы и размера в зависимости от условий применения имеет следующие значения,

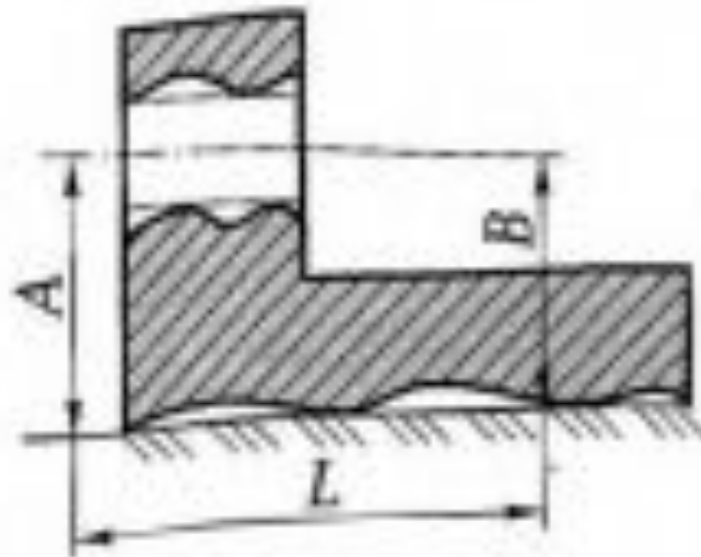
%:

**нормальная — 60, повышенная — 40 и высокая — 25.**

Отклонения расположения поверхностей (осей).

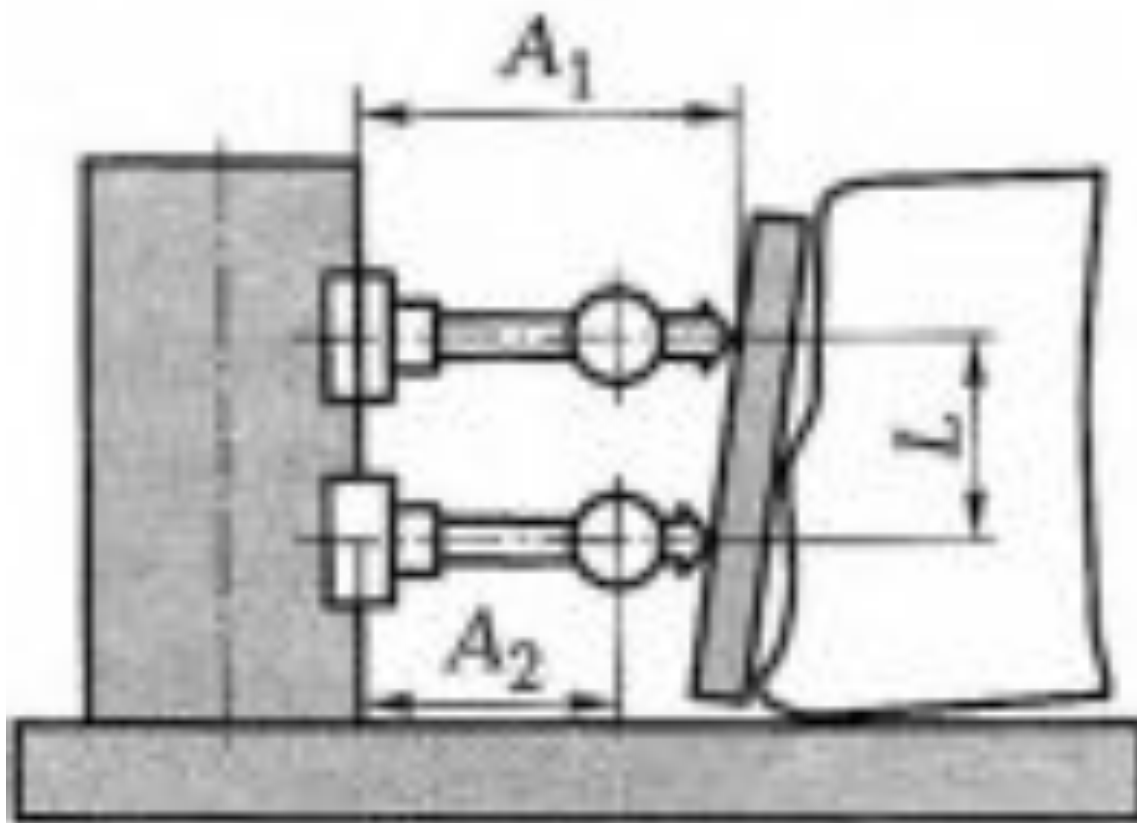


а



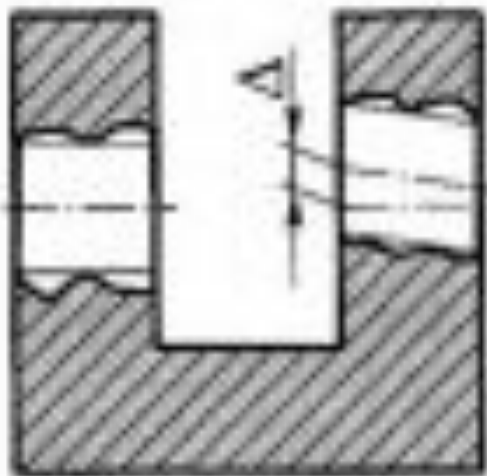
б

Отклонение от параллельности

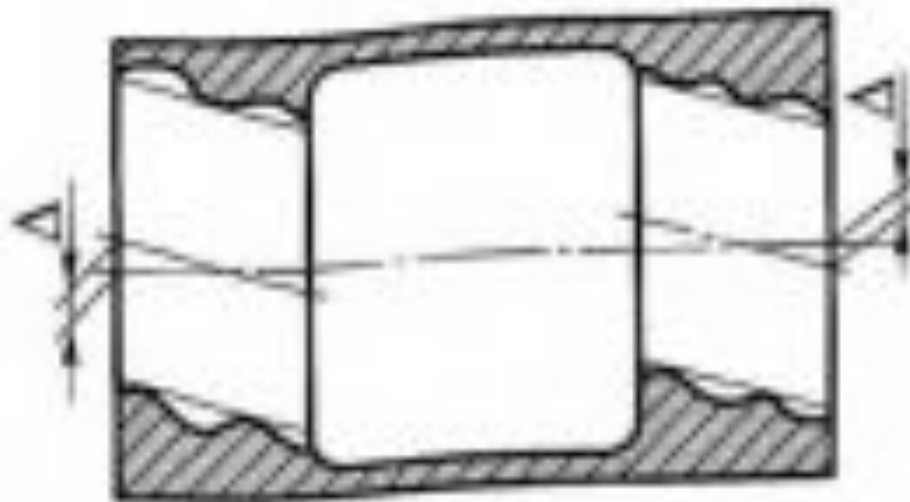


*B*

Отклонение от перпендикулярности



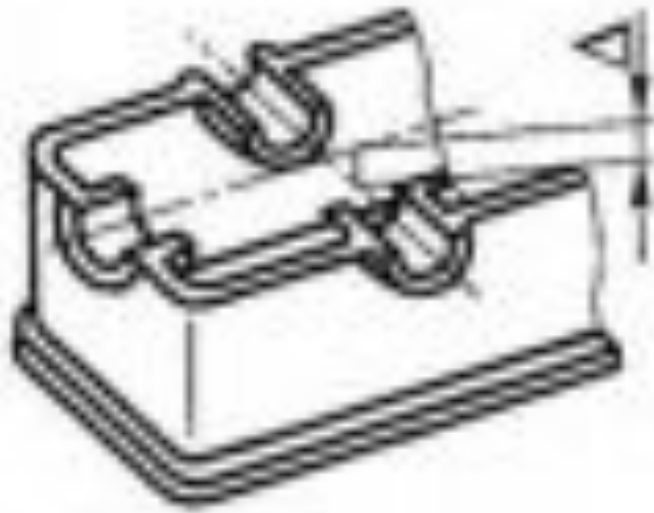
г



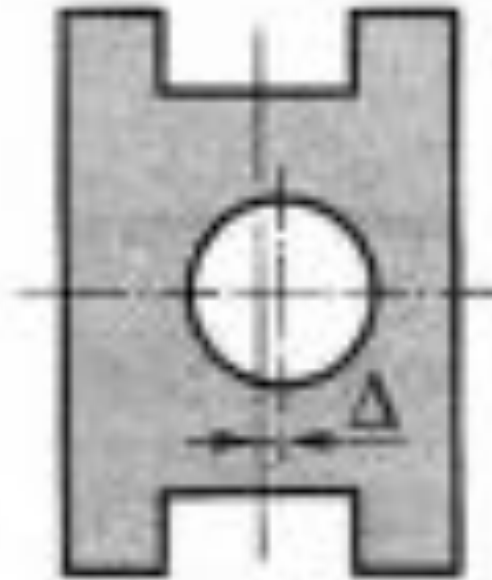
д

Отклонение от соосности



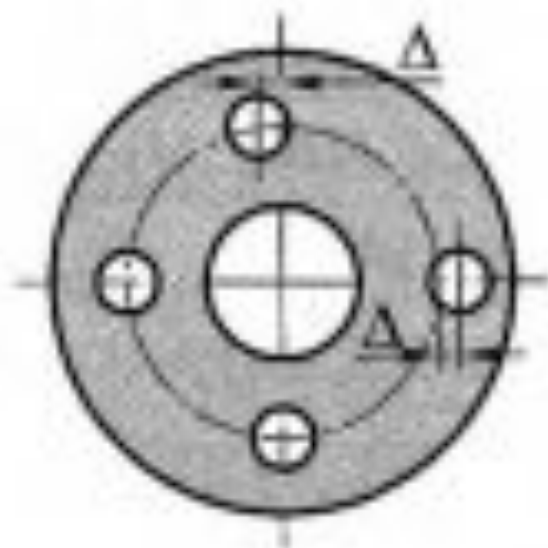


е

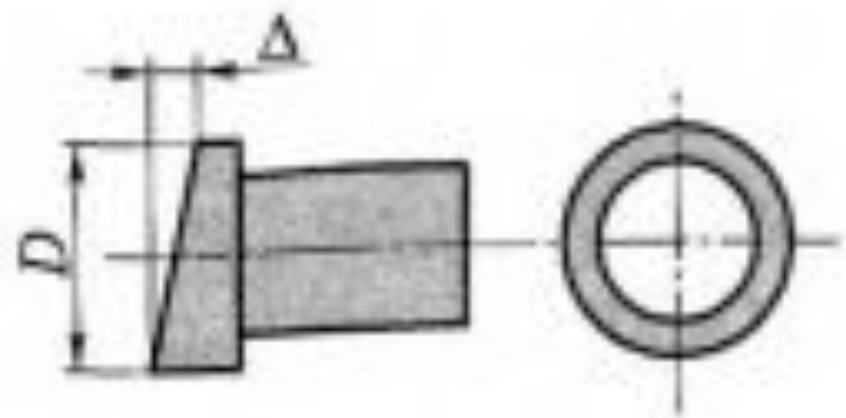


ж

Отклонение от пересечения осей, отклонение от симметричности

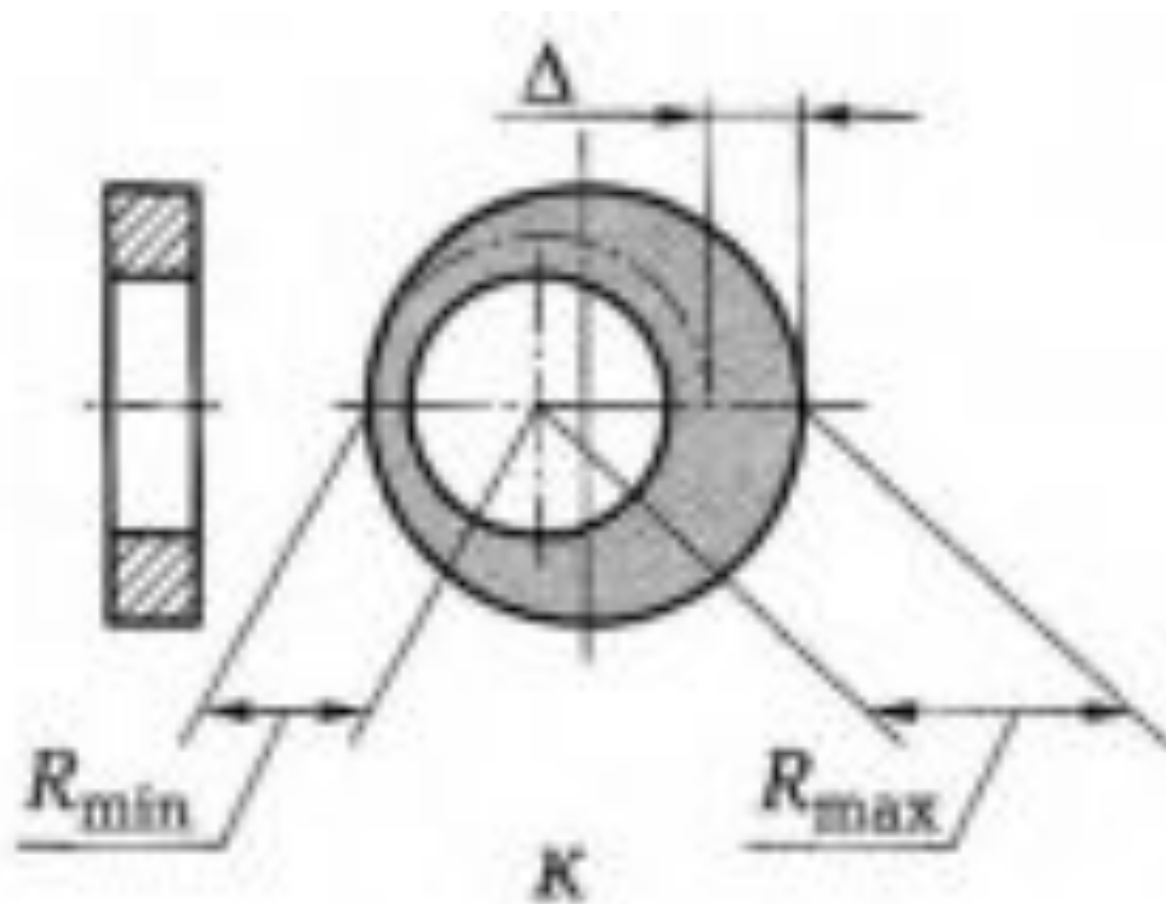


з



и

Позиционное и торцевое биение



Радиальное биение

Таблица. Условные обозначения допусков формы и расположения




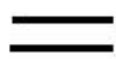











Группа допусков	Вид допусков	Знак допусков
Допуски формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуски расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	

Таблица.

Условные обозначения суммарных допусков форм и расположения

Группа допусков	Вид допуска	Знак допуска
Суммарные допуски формы и расположения	Допуск радиального биения Допуск торцового биения Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения Допуск полного торцового биения	
	Допуск формы заданного профиля	
	Допуск формы заданной поверхности	

Условные обозначения допусков (рис. 2.22) помещают в прямоугольную рамку, разделенную на две или три части. В первой проставляют знак допуска, во второй — его числовое значение в миллиметрах, а в третьей — буквенное обозначение базы или другой поверхности, к которой относится это отклонение.

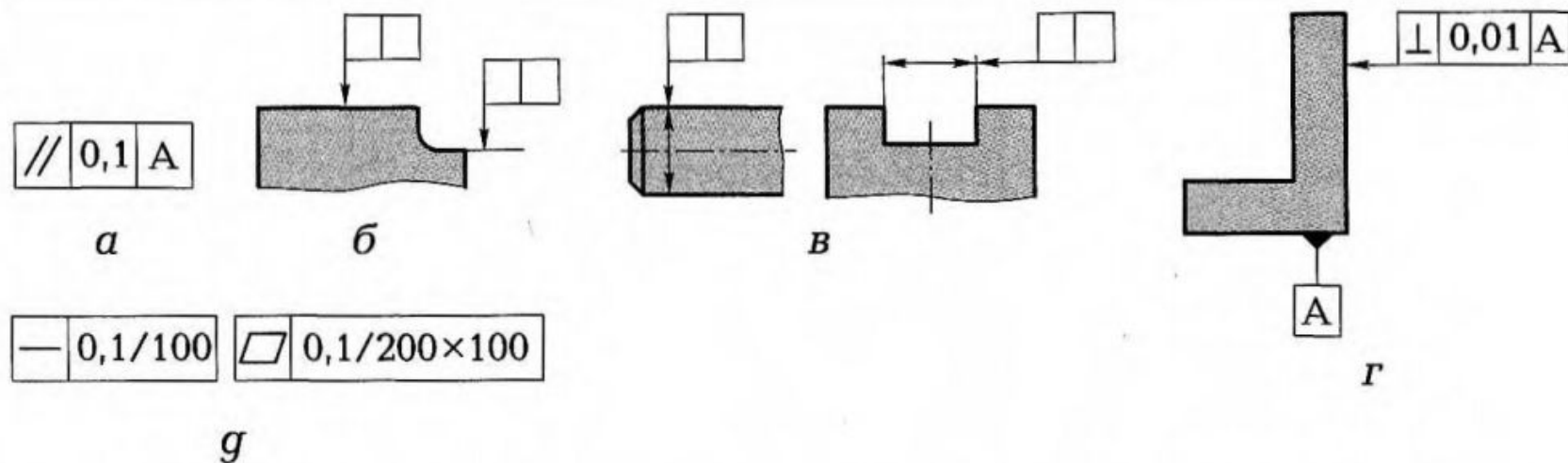
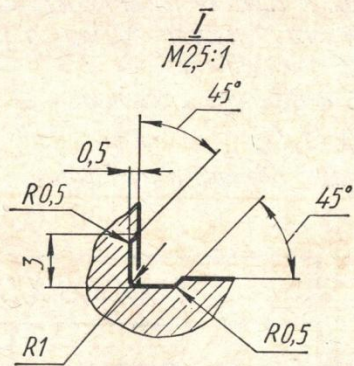
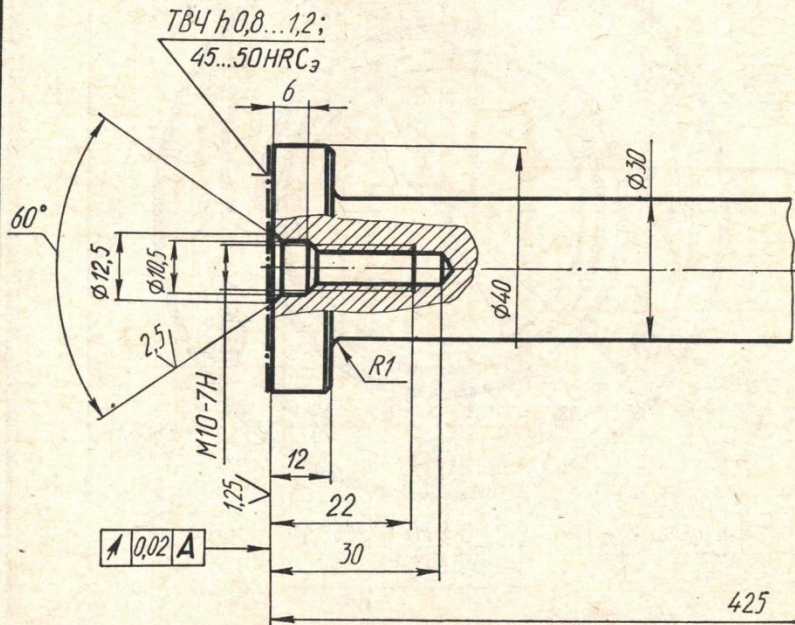


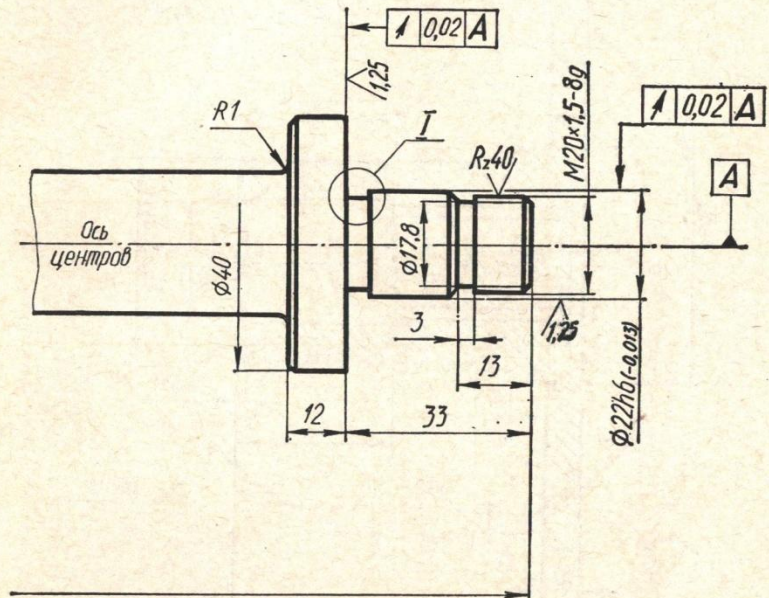
Рис. 2.22. Условные обозначения допусков расположения и формы на чертежах:

*а* — условный знак допуска расположения; *б—г* — примеры применения знака; *д* — условный знак допуска формы

XXXXXXX.XXXX



$R_{z20}$   
√(V)



1. Нормализовать.
2. Фаски  $1.6 \times 45^\circ$
3.  $h14; H14; \pm t_2/2; \pm \frac{AT16}{2}$
4. Покрытие - Хим. Окс. прм.
5. Маркировать обозначение на бирке.

				XXXXXXX.XXXX			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Прод.	Т. контр.	Н. контр.	Утв.	У	2,4	1:1
					Лист	Листов 1	
					Сталь 40X ГОСТ 4543-71		
					СКБ НИИ		

Рис. 3.42

## Домашнее задание

В учебнике на странице 68 и-72 внимательно ознакомьтесь с примерами расчетов посадок.

Рассмотрите чертеж что означают на чертеже знаки заключенные в клетки. Начертить знак и описать, что он означает