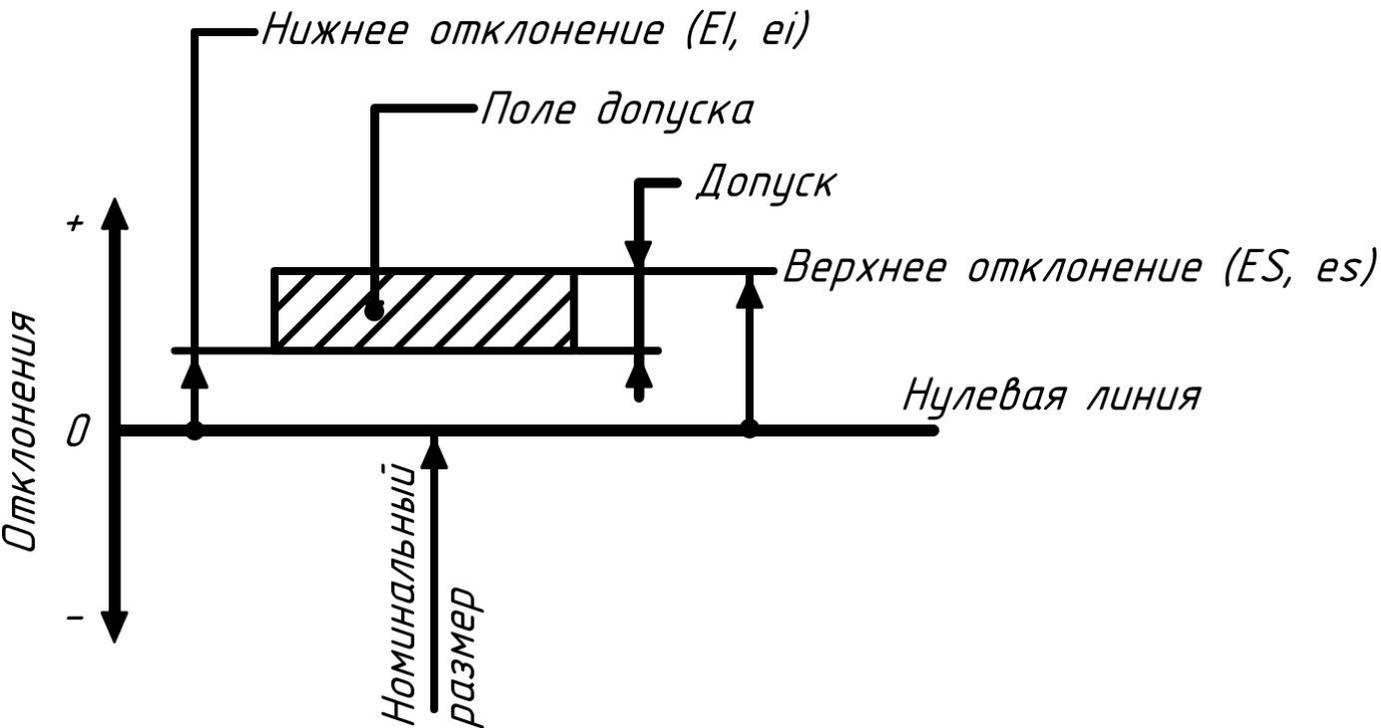


# Допуски и посадки. Взаимозаменяемость

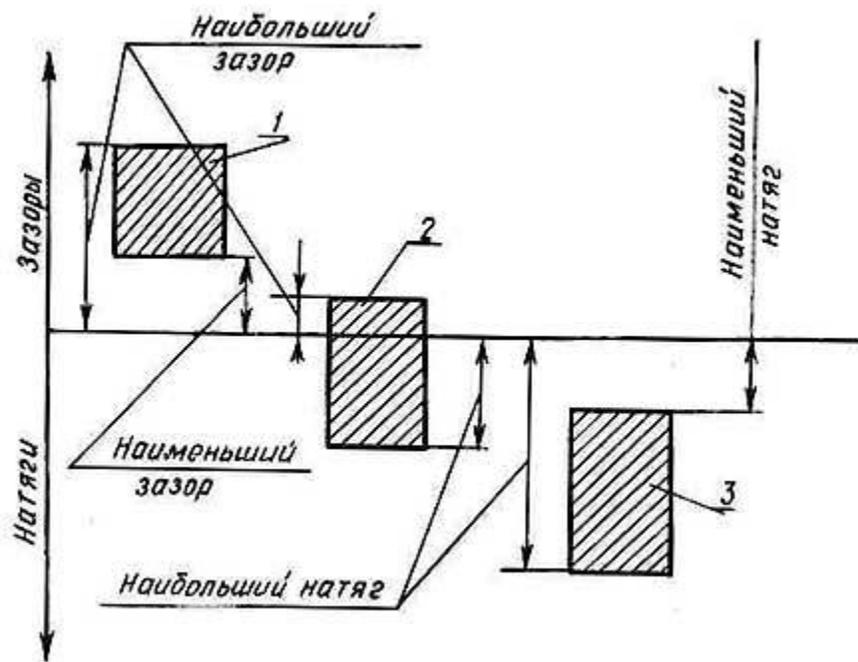
Байбаков Д.Ф.

# Допуск



- **Действительный размер** — размер элемента, установленный измерением.
- **Номинальный размер** — размер, относительно которого определяются отклонения.
- **Предельные размеры** — два предельно допустимых размера элемента, между которыми должен находиться (или которым может быть равен) действительный размер.
- **Отклонение** — алгебраическая разность между действительным или предельным и соответствующим номинальным размерами.
- **Допуск** — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями.

# Посадки



**Посадка** - характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

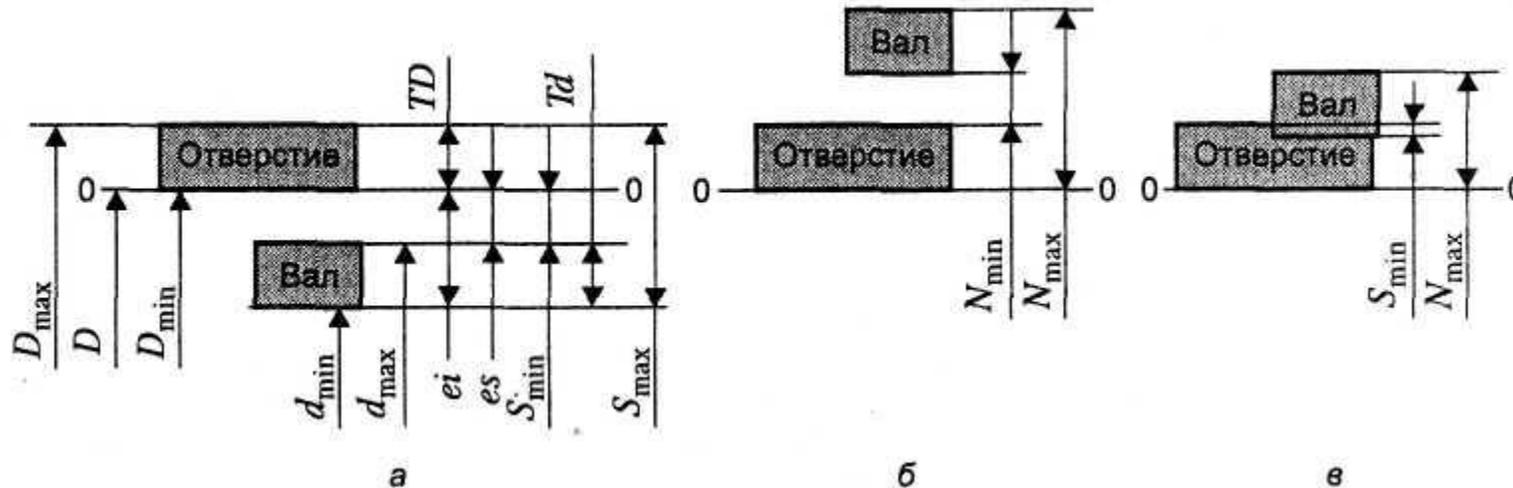
**Номинальный размер посадки** - номинальный размер, общий для отверстия и вала, составляющих соединение.

**Допуск посадки** - сумма допусков отверстия и вала, составляющих соединение.

**Зазор** - разность между размерами отверстия и вала до сборки, если размер отверстия больше размера вала

**Натяг** - разность между размерами вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия

# Посадки

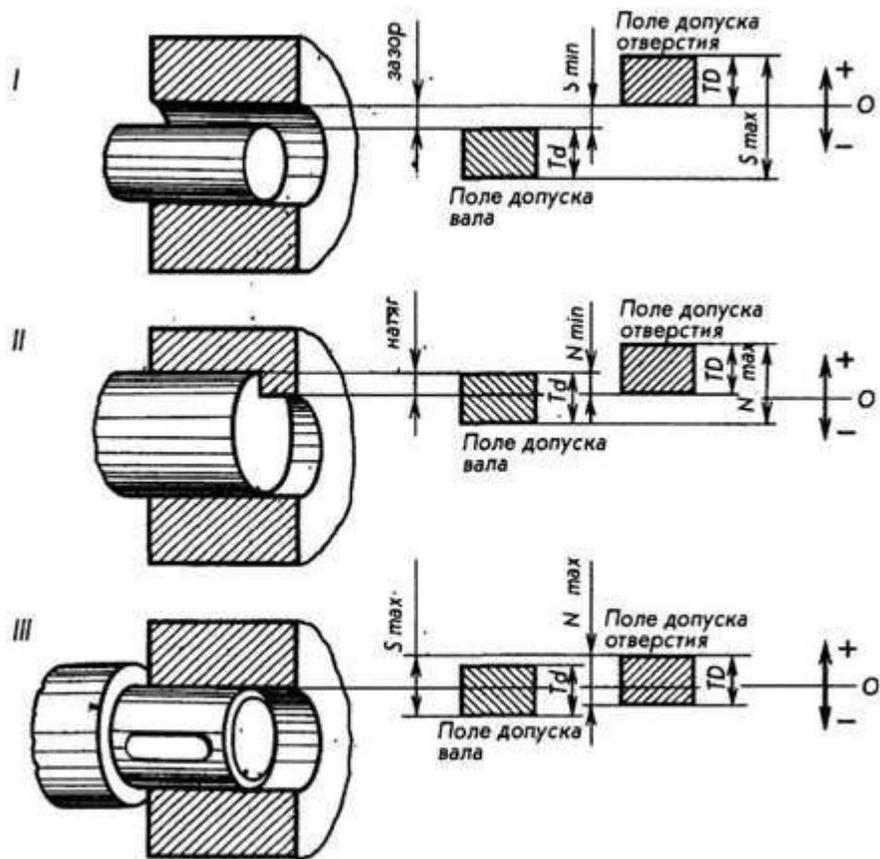


*Посадка с зазором* — посадка, при которой обеспечивается зазор в соединении (поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала, рис. а).

*Посадка с натягом* — посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала, рис. б).

*Переходная посадка* — посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью, рис. в).

# Системы посадок



**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

**Основной вал** - вал, верхнее отклонение которого равно нулю.

**Основное отверстие** - отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю

# Системы посадок



В системе отверстия предельные размеры отверстия для всех посадок одного класса постоянны, а различные посадки достигаются за счет изменения предельных размеров вала (рис. II).



В системе вала, наоборот, предельные размеры вала одинаковы для всех посадок заданного класса, а различные посадки создаются за счет изменения предельных размеров отверстия (рис. I).

# Классификация посадок

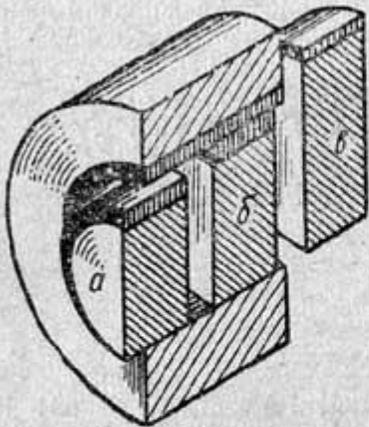


Рис. 72. Графическое изображение расположения допусков отверстия и вала в системе отверстия:

*a* — ходовая посадка, *б* — посадка скольжения, *в* — прессовая посадка

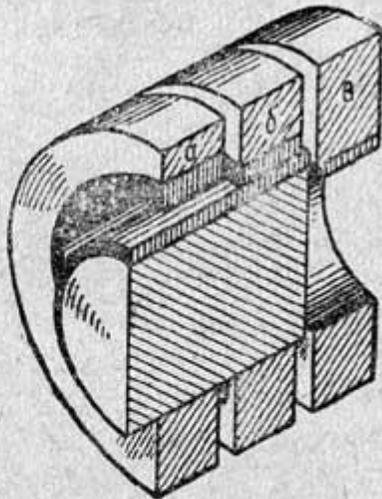


Рис. 73. Графическое изображение расположения допусков вала и отверстия в системе вала:

*a* — ходовая посадка, *б* — посадка скольжения, *в* — прессовая посадка

К посадкам с зазором относятся (в порядке возрастания зазоров):

- скользящая (С),
- движения (Д),
- ходовая (Х),
- легкоходовая (Л),
- широкоходовая (Ш),
- тепловая ходовая (ТХ).

Эти посадки называются подвижными

К посадкам с натягом относятся (в порядке возрастания натягов):

- легкопрессовая (Пл),
- прессовая (Пр),
- горячая (Гр),
- прессовая 1-я (Пр 1),
- прессовая 2-я (Пр 2),
- прессовая 3-я (Пр 3).

Эти посадки называются неподвижными

К переходным посадкам относятся:

- глухая (Г),
- тугая (Т),
- напряженная (Н),
- плотная (П).

# Классы точности

ПОВЕРХНОСТИ ОТВЕРСТИЙ И ВАЛОВ В СИСТЕМЕ ОТВЕРСТИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА ТОЧНОСТИ

Класс точности (качество)	Обозначение полей допусков		РАЗМЕРЫ, мм												
			1...3	3...6	6...10	10...18	18...30	30...50	50...80	80...120	120...180	180...260	260...360	360...500	500...630
2 (6-7)	ОТВЕРСТИЕ	A	H7	Ra=0,63	Ra=1,25	Ra=2,5				Rz=20				Rz=40	
		Гр	u7			Ra=2,5				Rz=20				-	
		Пр	r6,s6			Ra=2,5								Rz=40	
		ВАЛ	Г	n6	Ra=0,63	Ra=1,25	Ra=2,5				Rz=20				
			Н	k6			Ra=2,5				Rz=20				
			П	js6			Ra=2,5				Rz=20				
			С	h6			Ra=2,5				Rz=20				
			Д	g6			Ra=2,5				Rz=20				
			Х	f7			Ra=0,63	Ra=1,25	Ra=2,5				Rz=40		
Л	e7	Ra=1,25			Ra=2,5				Rz=20						
2a (7-8)	ОТВЕРСТИЕ	A2a	H8	Ra=1,25			Ra=2,5			Rz=20			Rz=40		
	ВАЛ	Pr2a	s7,u8	Ra=0,63	Ra=1,25			Ra=2,5			Rz=20			Rz=40	
3 (8-9)	ОТВЕРСТИЕ	A3	H8,H9	Ra=1,25	Ra=2,5			Rz=20			Rz=40			Rz=80	
	ВАЛ	Pr23	u8	-	Ra=2,5				Rz=20				Rz=40	Rz=80	
		Pr13	x8,u8,s8	-	Ra=2,5				Rz=20				Rz=40	Rz=80	
		C3	h8, h9	Ra=1,25	Ra=2,5			Rz=20			Rz=40			Rz=80	
		X3	f9, e9, e8	Ra=2,5			Rz=20			Rz=40					
Ш3	d9	Ra=2,5			Rz=20			Rz=40							
4 (11)	ОТВЕРСТИЕ	A4	H11	Rz=20	Rz=40				Rz=80						
	ВАЛ	C4	h11		Rz=40				Rz=80						
		X4	d11		Rz=40				Rz=80						
		Л4	b11, c11	Rz=20	Rz=40				Rz=80						
5 (12)	ОТВЕРСТИЕ	A5	H12	Rz=40			Rz=80			Rz=160					
	ВАЛ	C5	h12	Rz=40			Rz=80			Rz=160					
		X5	b12	Rz=40			Rz=80			Rz=160					
7 (14)	ОТВЕРСТИЕ	A7	H14	Rz=80			Rz=160			Rz=320					

По общесоюзным стандартам на допуски и посадки принято 13 классов точности: 1; 2; 2a; 3; 3a; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10 и 11.

Первый класс самый точный. Другие классы имеют меньшую точность (в порядке убывания)

1-ый класс - особо точные детали.

2-й класс точности является основным и применяется в точном машиностроении.

3-й класс точности широко применяется в тяжелом машиностроении, тракторостроении, комбайностроении. Классы точности 2a, 3a являются промежуточным между 2 и 3-м и 3 и 4-м классами. Промежуточные классы точности находят применение там, где не требуется высокая точность.

4-й класс точности довольно широко распространен и применяется при изготовлении деталей с относительно большими допусками.

5-й класс точности применяется при грубой обработке деталей.

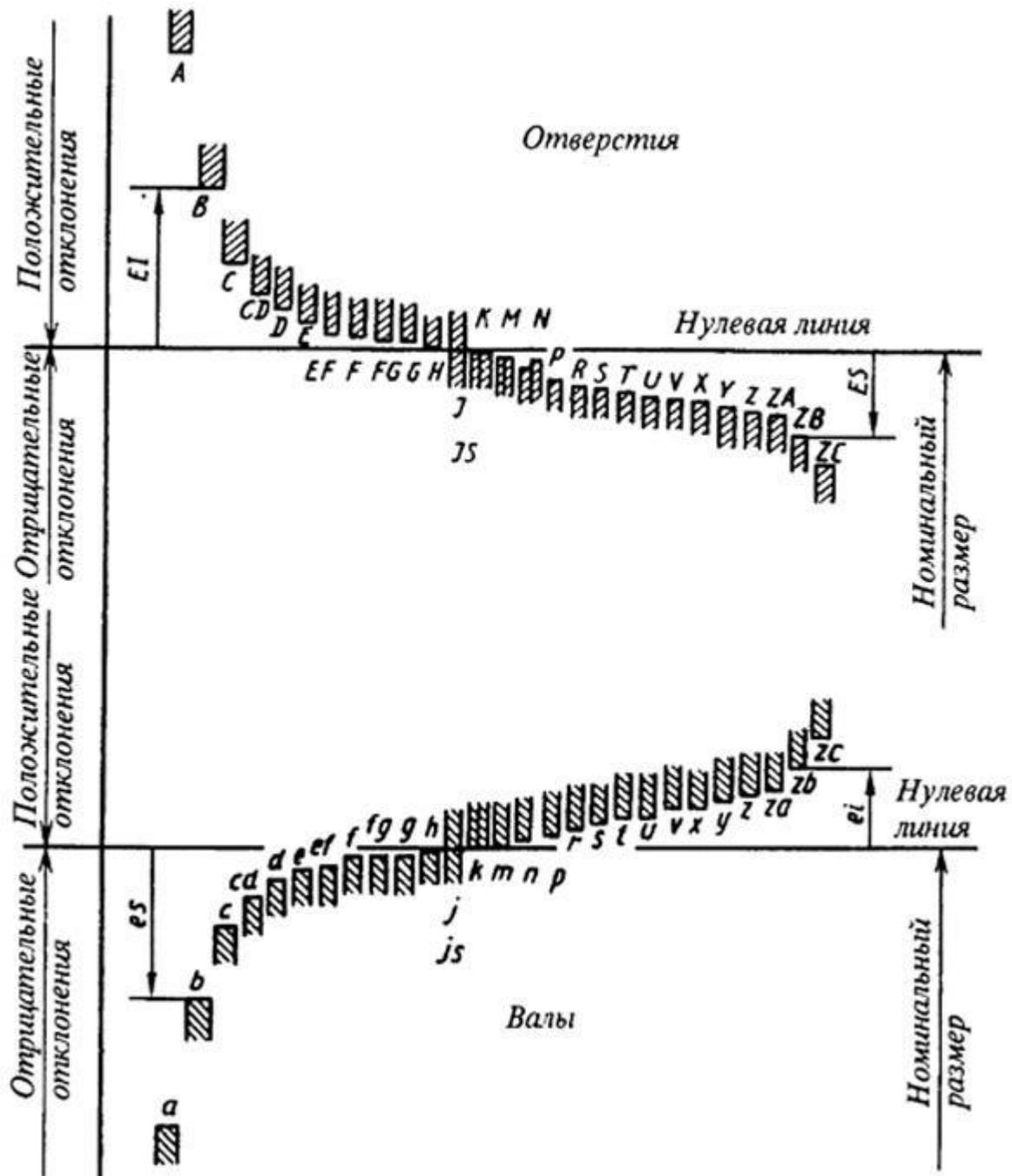
7, 8, 9, 10 и 11-й классы точности имеют самые большие допуски на изготовление, и в силу этого отклонения фактических размеров детали от номинального размера могут быть весьма значительными. С такими классами точности изготавливаются детали, не имеющие сопряжений, т. е. заготовки, поковки и литые.

# Квалитеты

**Квалитет** (степень точности) - совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности для всех номинальных размеров. Количество квалитетов – 20. Квалитет является мерой точности. С увеличением квалитета точность понижается (допуск увеличивается).

Интервал номинальных размеров, мм		Квалитет																			
		01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Свыше	До	мкм										ММ									
	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00	1,40
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20	1,80
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,50	2,20
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80	2,70
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10	3,30
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50	3,90
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00	4,60
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50	5,40
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00	6,30
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60	7,20
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20	8,10
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70	8,90
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30	9,70
500	630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	5,00	8,00	12,50
800	1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0,90	1,40	2,30	3,60	5,60	9,00	14,00
1000	1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,60	4,20	6,60	10,50	16,50
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,10	5,00	7,80	12,50	19,50
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1,50	2,30	3,70	6,00	9,20	15,00	23,00
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00	17,50	28,00
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2,10	3,30	5,40	8,60	13,50	21,00	33,00

# Отклонения

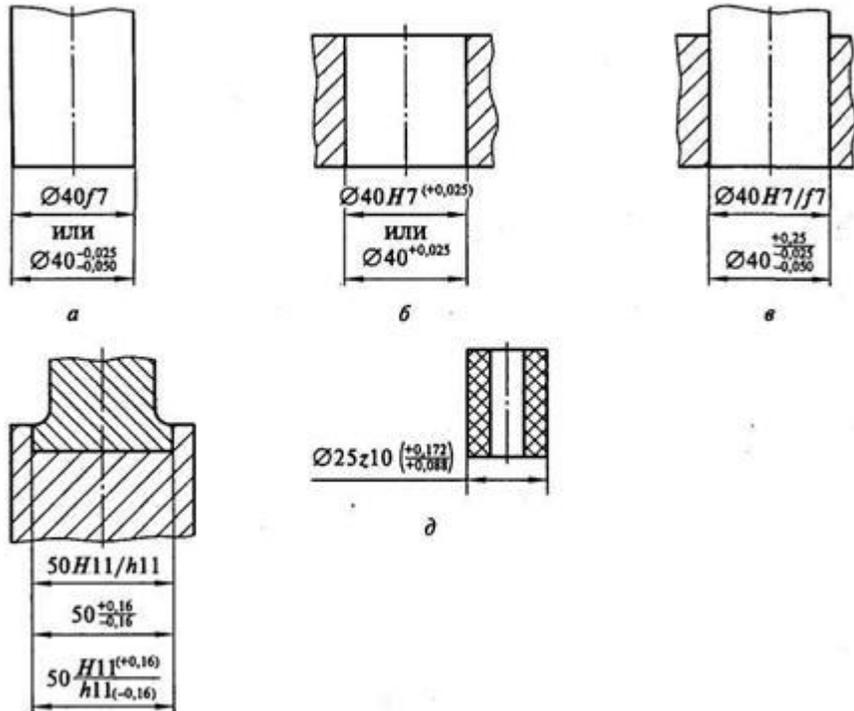


Основные отклонения обозначаются буквами латинского алфавита, прописными для отверстий (A...ZC) и строчными для валов (a...zc)

*Основное отклонение* — одно из двух отклонений (верхнее или нижнее), используемое для определения положения поля допуска относительно нулевой линии. В системе ЕСДП таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Отклонения  $a - h$  (A - H) предназначены для образования посадок с зазором,  $j_s - zc$  ( $J_s - ZC$ ) — для посадок с натягами и переходных, причём для переходных обычно применяют отклонения  $j_s, k, m, n$  ( $J_s, K, M, N$ ). Поля допусков вала  $j_s$ , и отверстия  $J_s$  располагаются симметрично по обе стороны от нулевой линии. Для каждого буквенного обозначения абсолютная величина и знак основного отклонения вала определяются по эмпирическим формулам, приведенным в государственном стандарте.

# Обозначения



Квалитеты обозначаются порядковыми номерами, например, 01, 7, 14. Допуски по квалитетам обозначаются сочетанием прописных букв IT с порядковым номером квалитета, например, IT01, IT7, IT14.

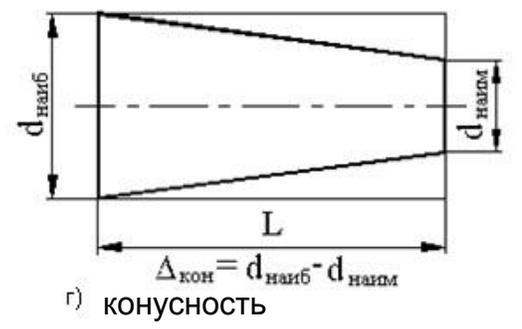
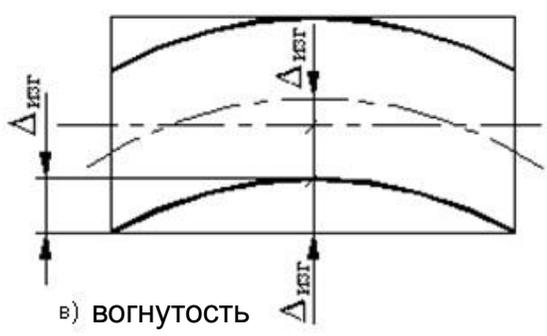
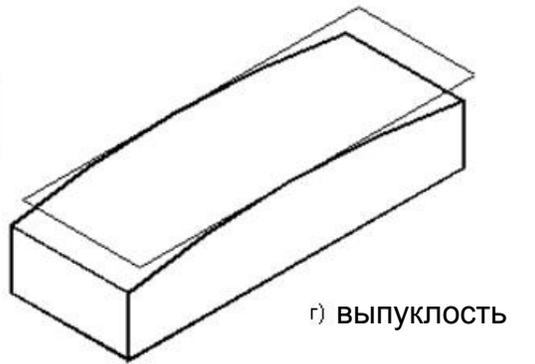
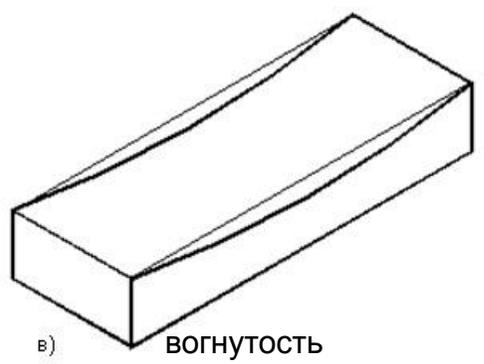
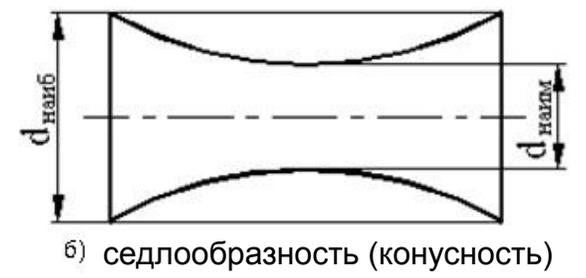
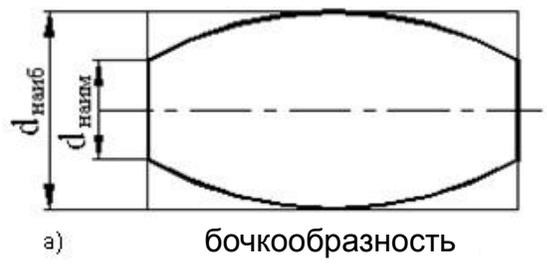
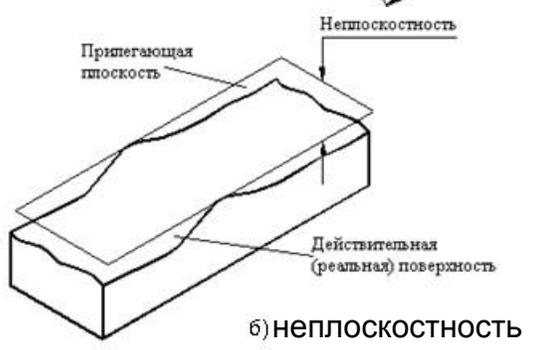
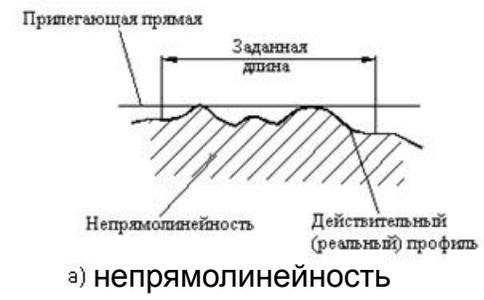
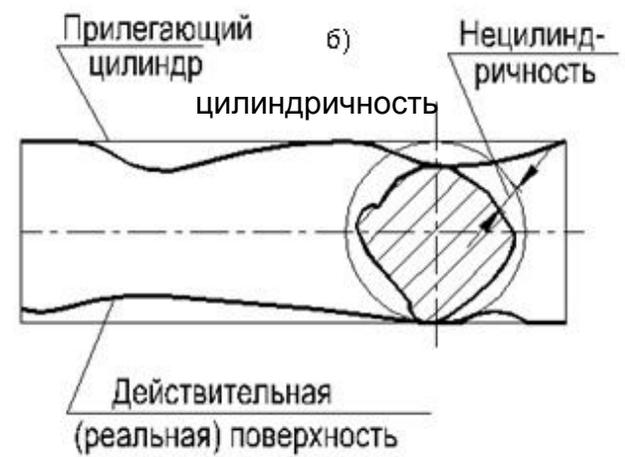
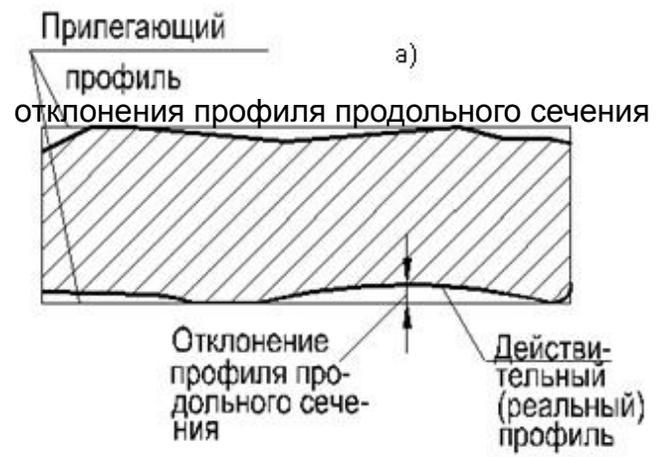
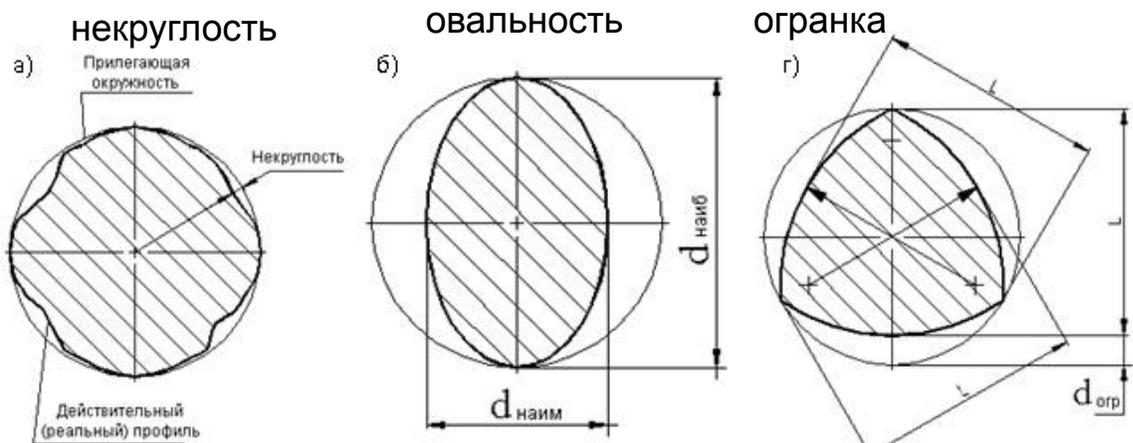
Поле допуска обозначается сочетанием буквы (букв) основного отклонения и порядкового номера квалитета. Например: g6, js7, H7.

Обозначение поля допуска указывается после номинального размера элемента. Например: 40g6, 40H7.

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  $40 \frac{H7}{g6}$ .

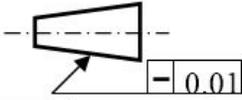
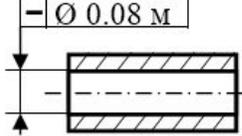
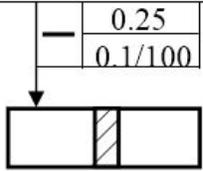
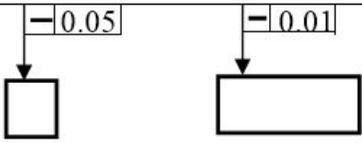
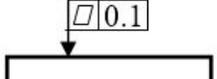
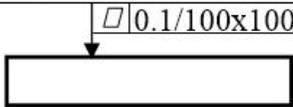
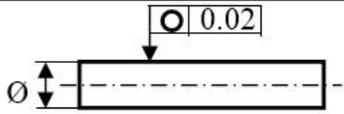
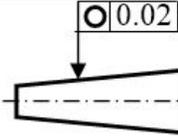
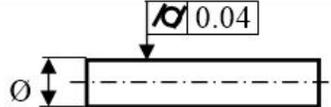
# Точность формы деталей



# Допуски формы и расположения

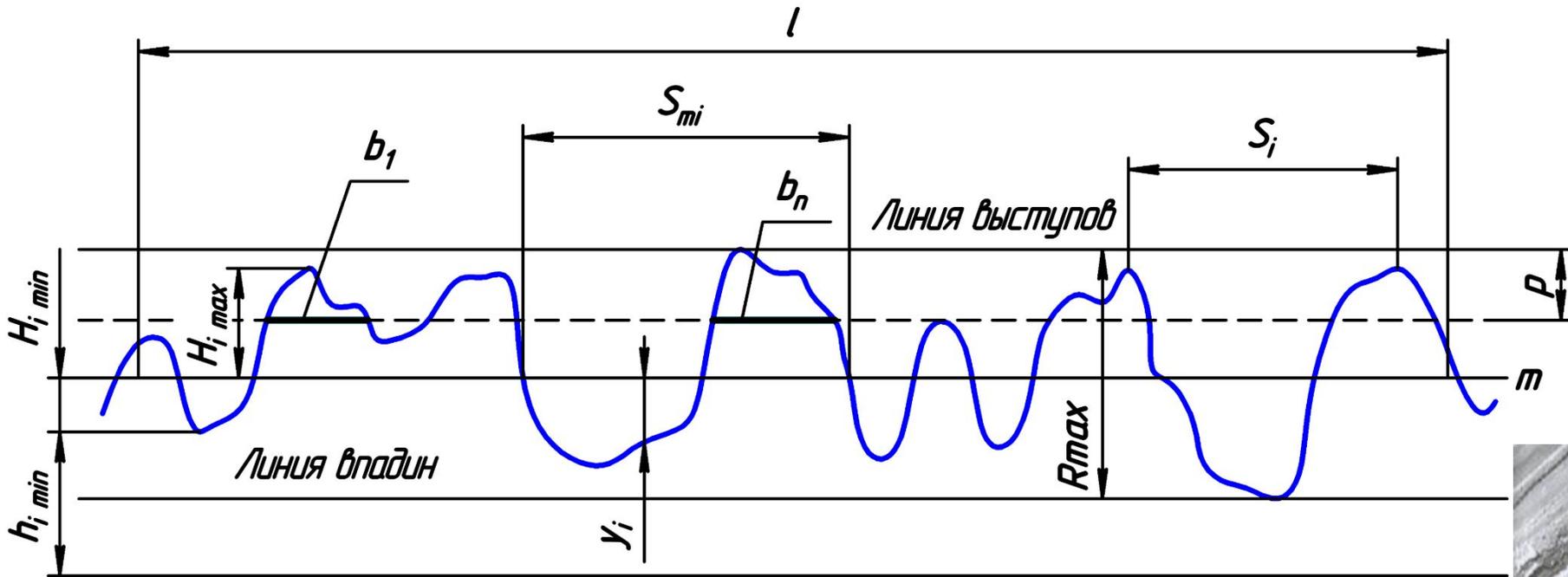
Группа допуска	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	—
	Допуск плоскостности	▭
	Допуск круглости	○
	Допуск цилиндричности	⊘
	Допуск профиля продольного сечения	≡
Допуск расположения	Допуск параллельности	//
	Допуск перпендикулярности	⊥
	Допуск наклона	∕
	Допуск соосности	◎
	Допуск симметричности	≡
	Позиционный допуск	⊕
	Допуск пересечения осей	×
Суммарный допуск формы и расположения	Допуск радиального биения Допуск торцевого биения	↗
	Допуск биения в заданном направлении	↗
	Допуск полного радиального биения Допуск полного торцевого биения	↗↘
	Допуск формы заданного профиля	⌒
	Допуск формы заданной поверхности	⌒

# Примеры обозначения допусков формы и расположения

Вид допуска	Условное обозначение	Пояснение
Допуск прямолинейности		Допуск прямолинейности образующей конуса 0.01 мм
		Допуск прямолинейности оси отверстия $\varnothing 0.08$ мм (допуск зависимый)
		Допуск прямолинейности поверхности 0.25 мм на всей длине и 0.1 мм на длине 100 мм
		Допуск прямолинейности поверхности в поперечном направлении 0.05 мм, в продольном – 0.01 мм
Допуск плоскостности		Допуск плоскостности поверхности 0.1 мм
		Допуск плоскостности поверхности 0.1 мм на площади 100x100 мм
Допуск круглости		Допуск круглости вала 0.02 мм
		Допуск круглости конуса 0.02 мм
Допуск цилиндричности		Допуск цилиндричности вала 0.04 мм

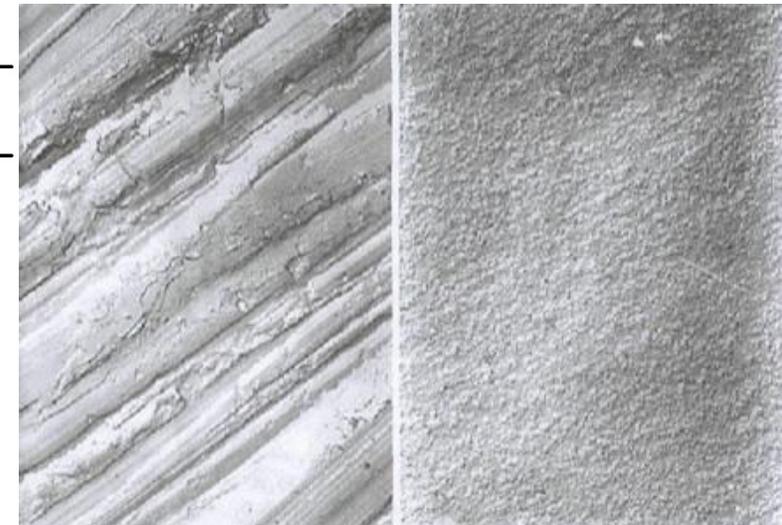
# Шероховатость поверхности

**Шероховатость** – совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделяется на базовой длине.



- $l$  — базовая длина;
- $m$  — средняя линия профиля;
- $S_{mi}$  — средний шаг неровностей профиля;
- $S_i$  — средний шаг местных выступов профиля;
- $R_{max}$  — наибольшая высота профиля;
- $y_i$  — отклонения профиля от линии  $m$ ;
- $p$  — уровень сечения профиля;
- $b_n$  — длина отрезков, отсекаемых на уровне  $p$ .

- $H_{i\ max}$  — отклонение пяти наибольших максимумов профиля;
- $H_{i\ min}$  — отклонение пяти наибольших минимумов профиля;
- $h_{i\ max}$  — расстояние от высших точек пяти наибольших максимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;
- $h_{i\ min}$  — расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль



# Обозначение шероховатости

## Структура

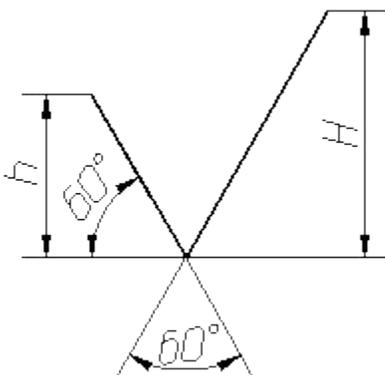
Полка знака

Способ обработки поверхности  
и(или) другие дополнительные  
указания

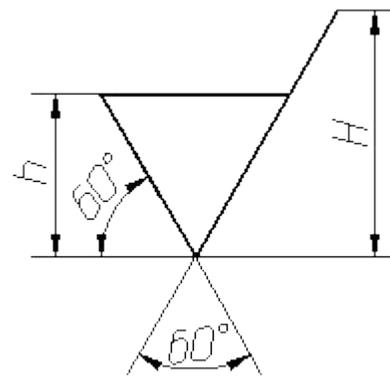
Базовая длина по ГОСТ 2789-73/

/Параметр (параметры) шероховатости  
по ГОСТ 2789-73

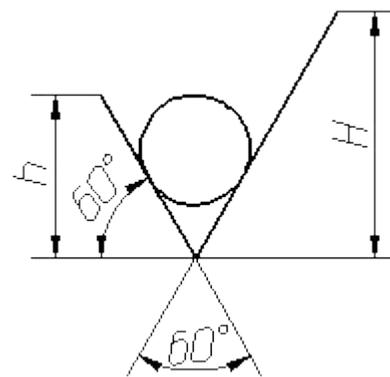
Условное обозначение  
направления шероховатости



Обозначение  
шероховатости поверхности  
без указания способа  
обработки



Обозначение шероховатости  
поверхности при образовании  
которой обязательно удаление  
слоя материала

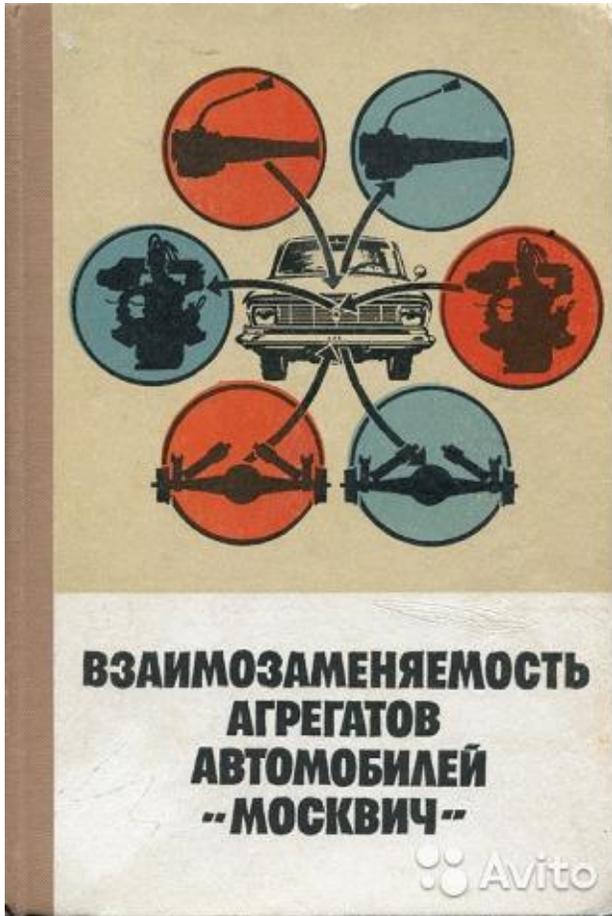


Обозначение шероховатости  
поверхности при образовании  
которой осуществляется без  
удаления слоя материала

# Взаимозаменяемость

Системой допусков определяется строгий порядок условий изготовления и приёма деталей в отношении допустимых отклонений их действительных размеров и форм от заданных. Введение системы допусков потребовало от промышленности изготовления взаимозаменяемых деталей.

**Взаимозаменяемость** — свойство элементов конструкции, изготовленных с определённой точностью геометрических, механических, электрических и иных параметров, обеспечивать заданные эксплуатационные показатели вне зависимости от времени и места изготовления при сборке, ремонте и замене этих элементов



# Список используемых источников

1. ГОСТ 25346-89 (СТ СЭВ 145-88) Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cert.obninsk.ru/gost/372/372.html>, свободный. – Загл. с экрана.
2. ГОСТ 2789-73 (СТ СЭВ 638-77) Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/GOST278973SHeroxovatostvo.html>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Приборы КИПиА. Учебный курс
4. Слесарное дело. Практическое пособие для слесаря
5. Сеть Internet

**Спасибо за внимание**