

Н. М. БОБКОВ

Лекции по общему конструированию РЭС

Раздел 1 Общие сведения

Лекция 1.6 ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

1 Сокращения

ЕСДП – Единая система допусков и посадок

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

КД – конструкторская документация

ОНВ – основные нормы взаимозаменяемости

2 Основные понятия

В общем случае взаимозаменяемостью называют пригодность одного изделия, процесса или услуги для использования вместо другого изделия, процесса или услуги в целях выполнения одних и тех же требований (см. лекцию 1.2). Взаимозаменяемость является необходимым условием для эффективности серийного и массового производства. Она позволяет расчленить производственный процесс, вести независимое изготовление составных частей *t*-систем.

Конструкторам механических систем РЭС приходится иметь дело не с общей проблемой взаимозаменяемости, а с ее частным случаем – взаимозаменяемостью изделий по геометрическим параметрам, т. е. взаимозаменяемостью по следующему определению.

***D1* взаимозаменяемость:** Свойство независимо изготавливаемых деталей занимать свое место в сборочной единице без дополнительной механической или ручной обработки при сборке, обеспечивая при этом нормальную работу собираемых изделий.

В этой лекции термин «взаимозаменяемость» используется только по определению *D1*.

Для достижения взаимозаменяемости на чертежах изделий помимо номинальных значений геометрических параметров конструкторы указывают предельные отклонения (допуски) этих параметров. Основные нормы взаимозаменяемости установлены стандартами, например [1, 2], и подробно изложены в справочниках [3 – 6].

Термин «вал» здесь обозначает наружные элементы деталей, включая и нецилиндрические элементы (рисунок 1, а); термин «отверстие» – внутренние элементы, включая и нецилиндрические элементы (рисунок 1, б). Существуют элементы, которые не относят ни к валам, ни к отверстиям – прочие элементы (рисунки 1, в) [3].

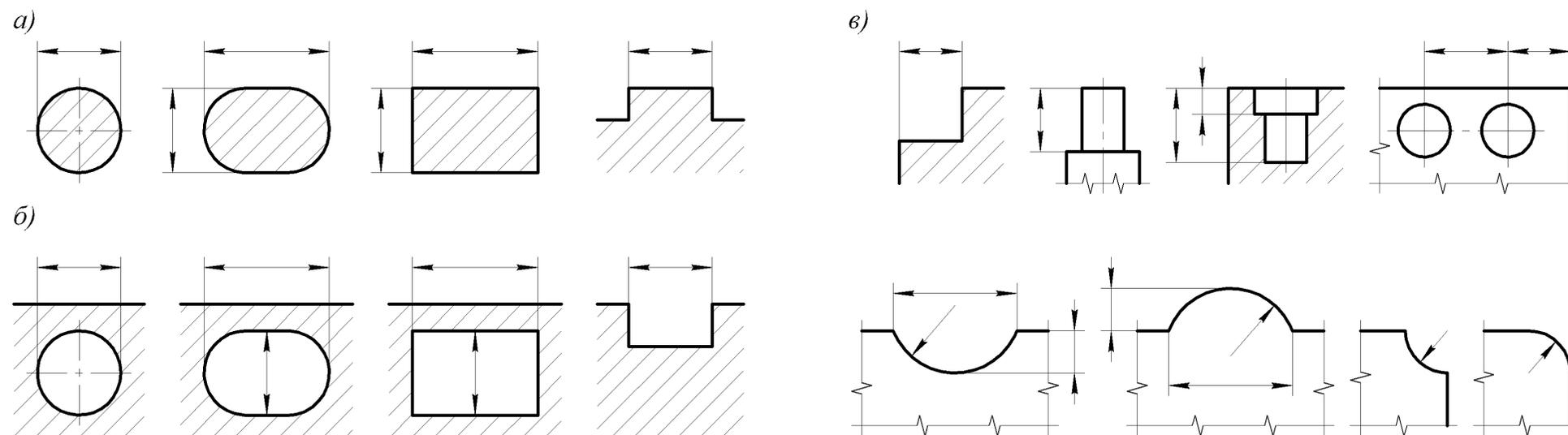


Рисунок 1 – Вали (а), отверстия (б) и прочие элементы (в)

Прописными буквами обозначаются параметры, относящиеся к отверстиям, строчными – к валам.

D2 номинальный размер D, d : Размер, заданный на чертеже, относительно которого определяются отклонения.

D3 действительный размер D_r, d_r : Размер элемента, установленный измерением с допустимой погрешностью.

D4 действительное отклонение E_r, e_r : Алгебраическая разность между действительным и соответствующим номинальным размерами.

$$E_r = D_r - D; \quad e_r = d_r - d. \quad (1)$$

D5 наибольший предельный размер D_{max}, d_{max} : Наибольший допустимый размер элемента.

D6 наименьший предельный размер D_{min}, d_{min} : Наименьший допустимый размер элемента.

D7 верхнее отклонение ES, es : Алгебраическая разность между наибольшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

$$ES = D_{max} - D; \quad es = d_{max} - d. \quad (2)$$

D8 нижнее отклонение EI, ei : Алгебраическая разность между наименьшим предельным и соответствующим номинальным размерами.

$$EI = D_{min} - D; \quad ei = d_{min} - d. \quad (3)$$

Верхнее и нижнее отклонения - это предельные отклонения.

D9 нулевая линия: Линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются отклонения размеров при графическом изображении полей допусков и посадок.

Если нулевая линия расположена горизонтально, то положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные – вниз (рисунок 2).

D10 допуск: Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями.

Допуски, установленные стандартами ЕСДП, обозначаются IT , допуск отверстия – TD , допуск вала – Td .

$$TD = D_{max} - D_{min} = ES - EI; \quad Td = d_{max} - d_{min} = es - ei. \quad (4)$$

Допуски по квалитетам обозначаются сочетанием прописных букв IT с порядковым номером квалитета, например: $IT01, IT7, IT14$.

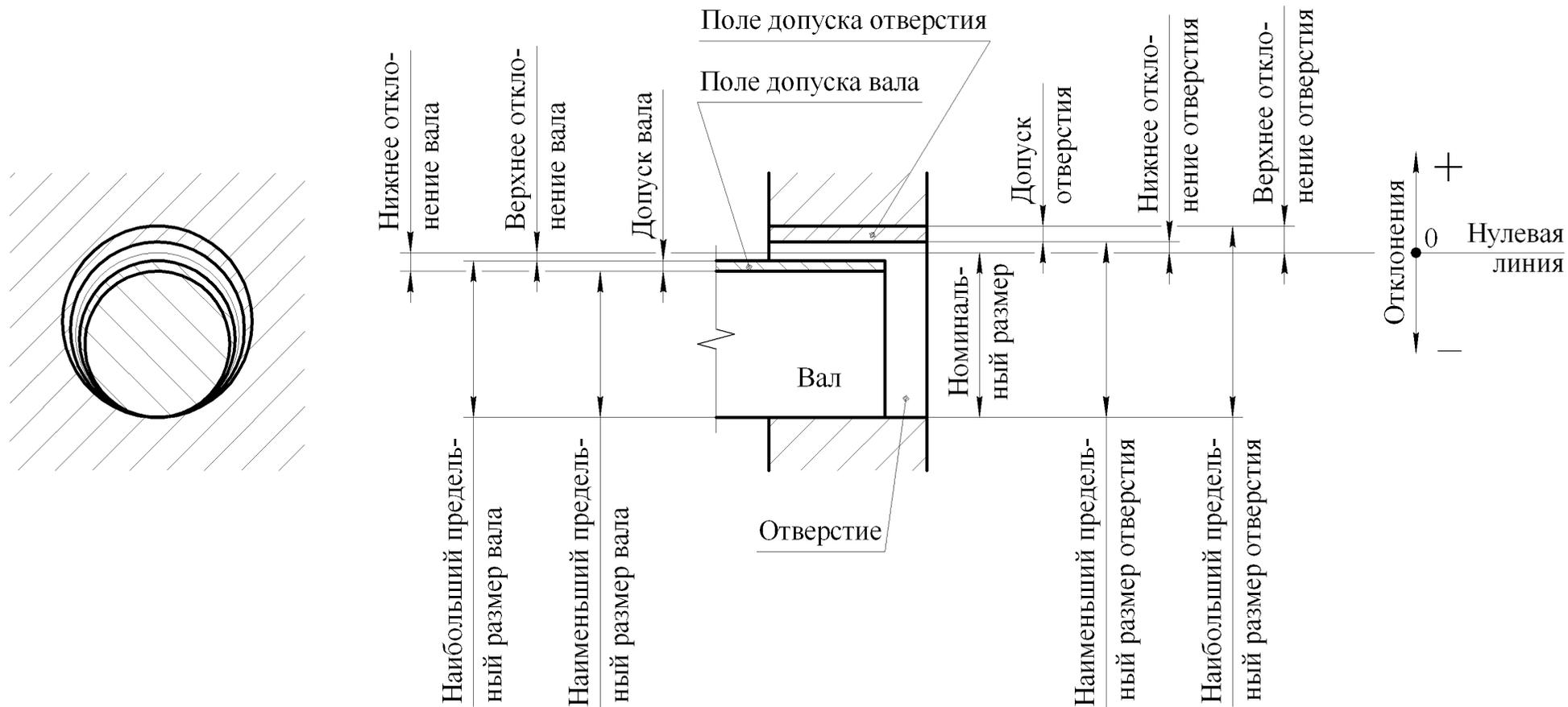


Рисунок 2 – Графическое изображение размеров, отклонений и допусков

D11 основное отклонение: Верхнее или нижнее отклонение, ближайшее к нулевой линии.

Основное отклонение определяет положение поля допуска относительно нулевой линии.

Основные отклонения обозначаются буквами латинского алфавита, прописными для отверстий ($A \dots ZC$) и строчными для валов ($a \dots zc$) (рисунки 3, 4).

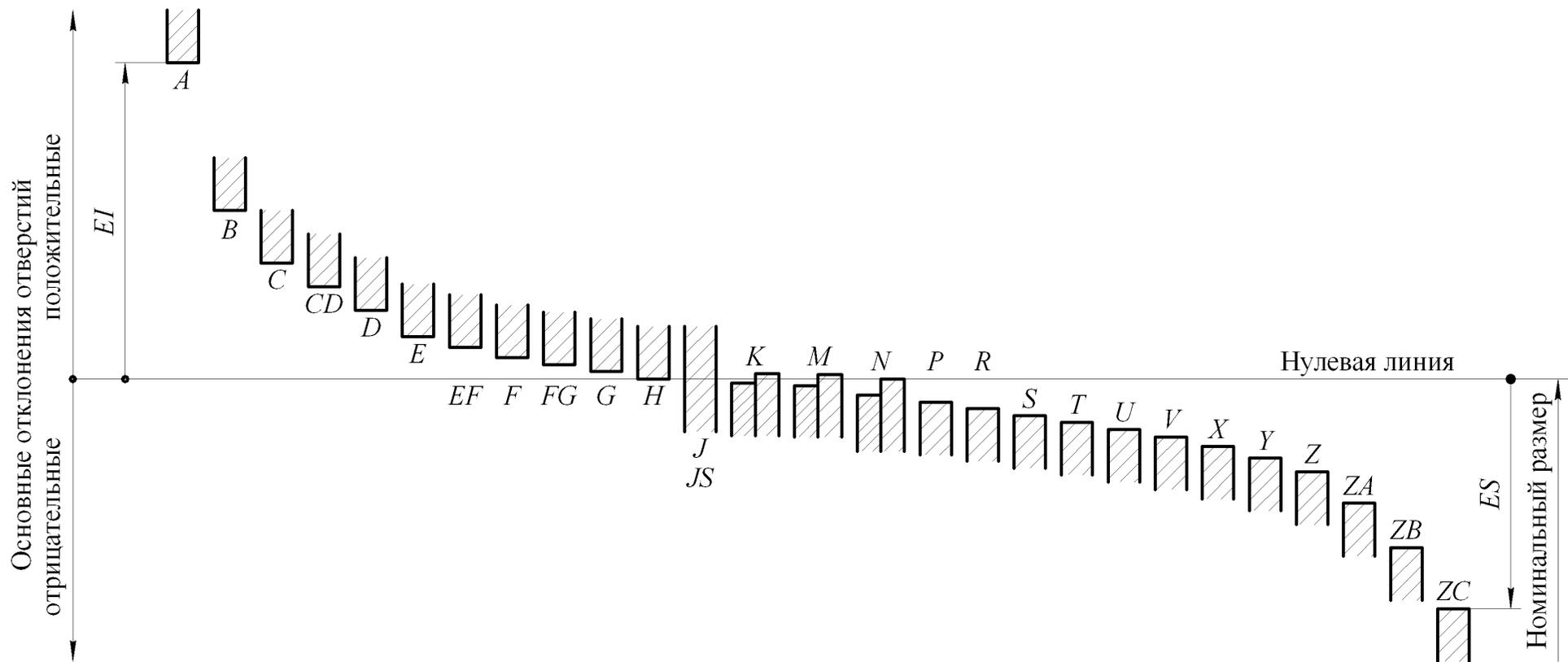


Рисунок 3 – Схема расположения и обозначения основных отклонений отверстий

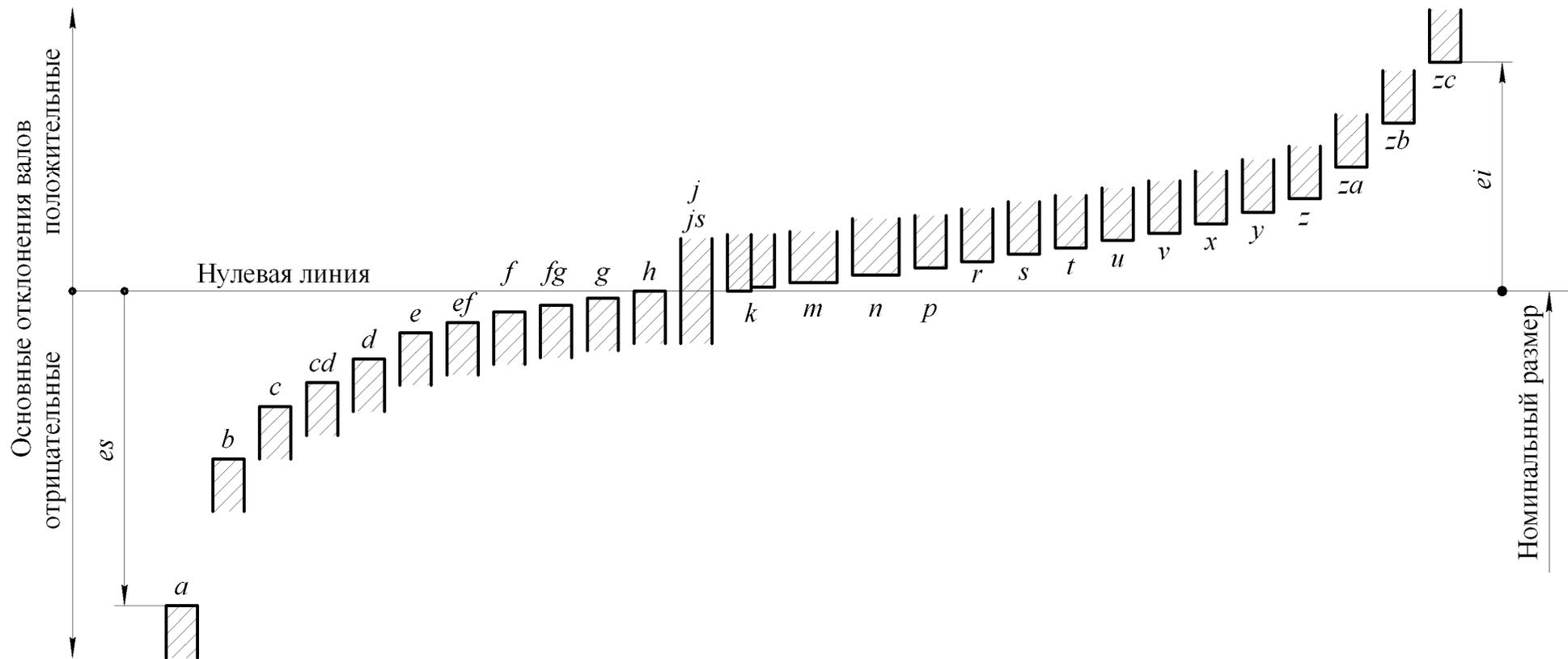


Рисунок 4 – Схема расположения и обозначения основных отклонений валов

D12 поле допуска: Поле, ограниченное наибольшим и наименьшим предельными размерами и определяемое величиной допуска и его положением относительно номинального размера.

При графическом изображении поле допуска заключено между двумя линиями, соответствующими верхнему и нижнему отклонениям относительно нулевой линии (рисунок 2).

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: $40g6$, $40H7$, $40H11$.

Поля допусков с основным отклонением «H» могут обозначаться символом «+IT», с основным отклонением «h» – символом «-IT», с отклонениями «js» или «JS» – символом «IT/2», например: +IT14, -IT14, ±IT14/2.

Ряды допусков и основных отклонений установлены стандартом [1]. Второе отклонение определяется из основного отклонения и допуска (рисунок 5).

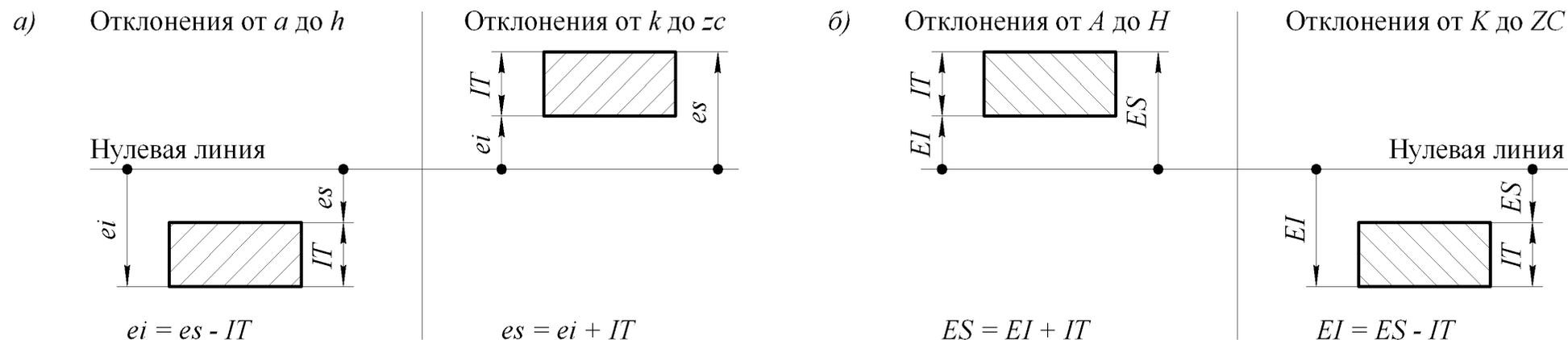


Рисунок 5 – Соотношение между допуском, основным отклонением и вторым отклонением для вала (а) и для отверстия (б)

D13 основное отверстие: Отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю (рисунок 6, а).

D14 основной вал: Вал, верхнее отклонение которого равно нулю (рисунок 6, б).

D15 посадка: Характер соединения двух деталей, определяемый разностью их размеров до сборки.

D16 зазор: Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала.

D17 посадка с зазором: Посадка, при которой всегда образуется зазор в соединении, т. е. наименьший предельный размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала (рисунок 6, в).

D18 натяг: Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия.

D19 посадка с натягом: Посадка, при которой всегда образуется натяг в соединении, т. е. до сборки наименьший предельный размер вала больше наибольшего предельного размера отверстия (рисунок 6, г).

D20 переходная посадка: Посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга в соединении, в зависимости от действительных размеров отверстия и вала (рисунок 6, д).

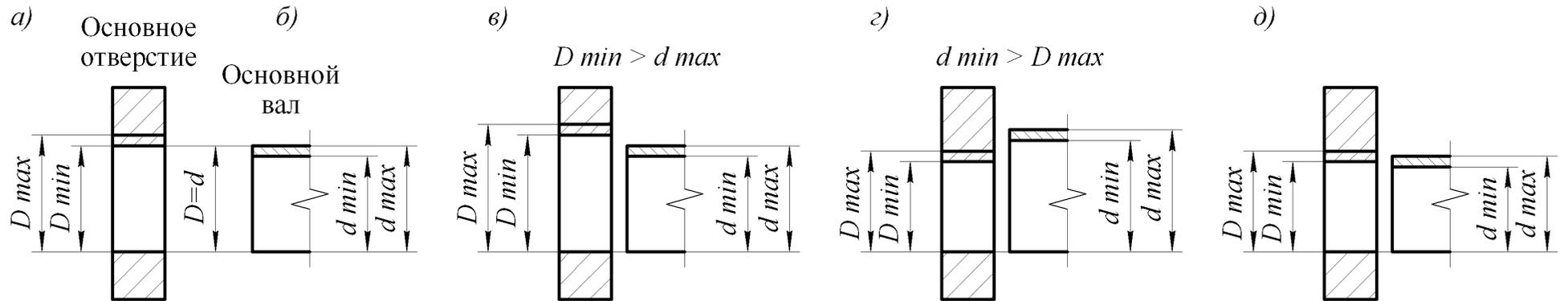


Рисунок 6 – Соотношение размеров отверстия и вала при различных посадках:

D21 посадки в системе отверстия: Посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия.

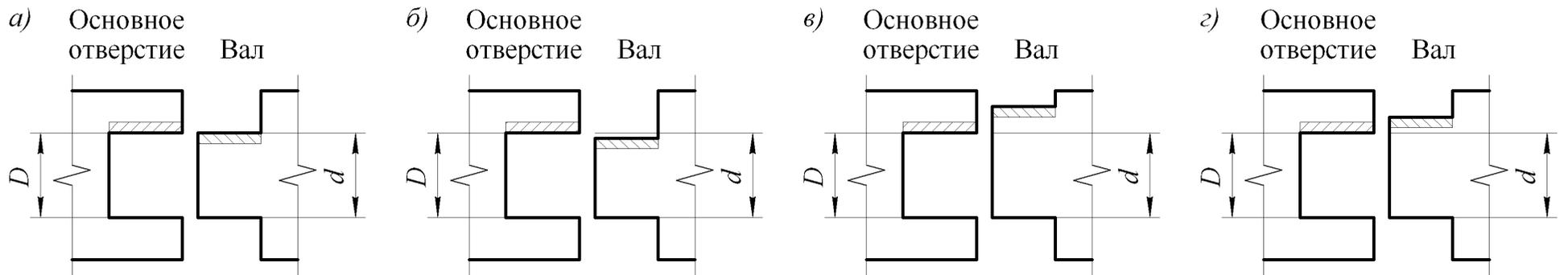


Рисунок 7 – Посадки в системе отверстия: а) и б) с зазором; в) с натягом; г) переходная

D22 посадки в системе вала: Посадки, в которых требуемые зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстия с полем допуска основного вала.

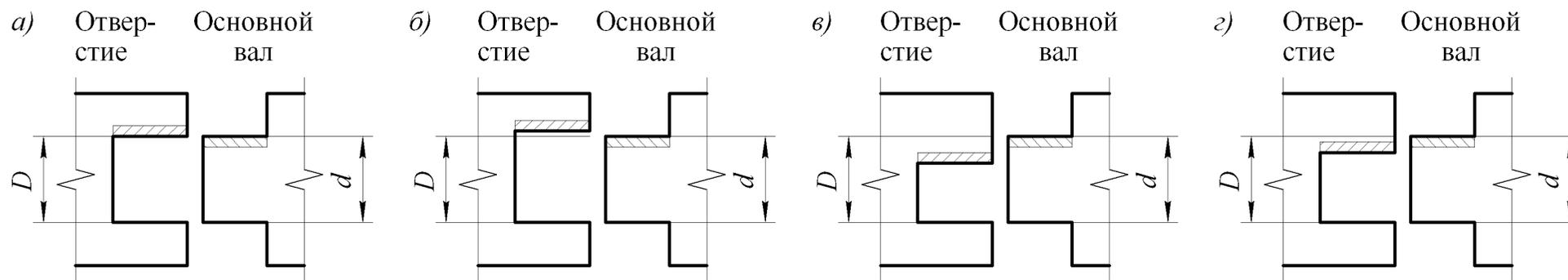


Рисунок 8 – Посадки в системе вала: а) и б) с зазором; в) с натягом; з) переходная

3 Единая система допусков и посадок

D23 система допусков и посадок: Комплекс рядов допусков и посадок, созданных на основе теоретических исследований и обобщения опыта, изготовления и эксплуатации изделий.

В настоящее время в нашей стране применяется Единая система допусков и посадок (ЕСДП) [1, 2], разработанная на основе международных стандартов. В ЕСДП установлены 20 квалитетов: 01, 0, 1 ... 18.

D24 квалитет: Совокупность допусков, соответствующих одинаковой степени точности для всех номинальных размеров.

Квалитеты от 01 до 5 предназначены преимущественно для калибров.

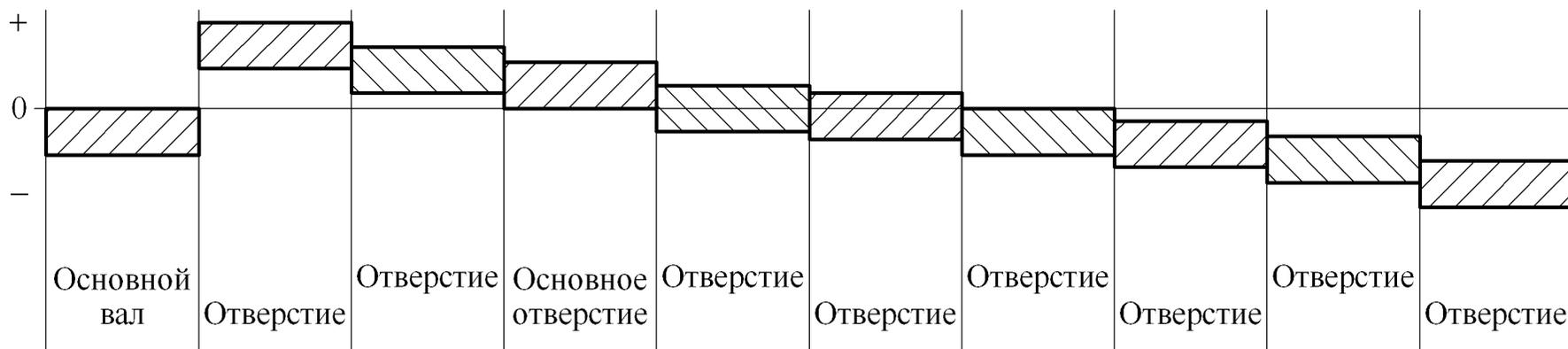
Система допусков и посадок оформлена в виде таблиц, содержащих значения допусков и предельных отклонений для всех интервалов размеров, квалитетов и посадок. В качестве примера в таблице 1 приведены числовые значения допусков для некоторых квалитетов и размеров.

Таблица 1 – Числовые значения допусков

Номиналь- ные разме- ры, мм	Квалитеты												
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Обозначения допусков												
	<i>IT6</i>	<i>IT7</i>	<i>IT8</i>	<i>IT9</i>	<i>IT10</i>	<i>IT11</i>	<i>IT12</i>	<i>IT13</i>	<i>IT14</i>	<i>IT15</i>	<i>IT16</i>	<i>IT17</i>	<i>IT18</i>
	Допуски, мкм						Допуски, мм						
До 1 (искл.)	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14					
От 1 до 3	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4
Св. 3 « 6	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
« 6 « 10	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
« 10 « 18	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
« 18 « 30	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
« 30 « 50	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9
« 50 « 80	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
« 80 « 120	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

В таблицах 2 и 3 приведены поля допусков и значения верхних и нижних отклонений по квалитету 7 для некоторых размеров и посадок.

Таблица 3 – Примеры полей допусков и предельных отклонений для посадок в системе вала. Квалитет 7



Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	<i>h7</i>	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>J_s7</i>	<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>S7</i>
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0 -10	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-14 -24
Св. 3 до 6	0 -12	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-15 -27
Св. 6 до 10	0 -15	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-17 -32
Св. 10 до 14	0	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-21
Св. 14 до 18	-18	+16	+6	0	-9	-10	-18	-23	-29	-39
Св. 18 до 24	0	+41	+28	+21	+10	+6	-0	-7	-14	-27
Св. 24 до 30	-21	+21	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-48

4 Нанесение предельных отклонений размеров на чертежах

По правилам, установленным в ЕСКД [7], предельные отклонения линейных размеров на чертежах указывают числовыми значениями (рисунки 9, а – г), или условными обозначениями полей допусков (рисунок 9, д), или условными обозначениями полей допусков с указанием справа в скобках числовых значений отклонений (рисунки 9, е, ж).



Рисунок 9 – Примеры указаний предельных отклонений размеров на чертежах

Вариант указания по рисунку 9, д не следует применять:

при назначении предельных отклонений размеров, не включенных в ряды нормальных линейных размеров [8],

при назначении предельных отклонений размеров, условные обозначения которых не предусмотрены стандартом [2],

при назначении предельных отклонений размеров уступов с несимметричным полем допуска.

D25 общий допуск размера: Предельные отклонения (допуски) линейных и угловых размеров, указываемые на чертежах или в других технических документах общей записью и применяемые в тех случаях, когда предельные отклонения допуски не указаны индивидуально у соответствующих номинальных размеров [9] (рисунок 10).

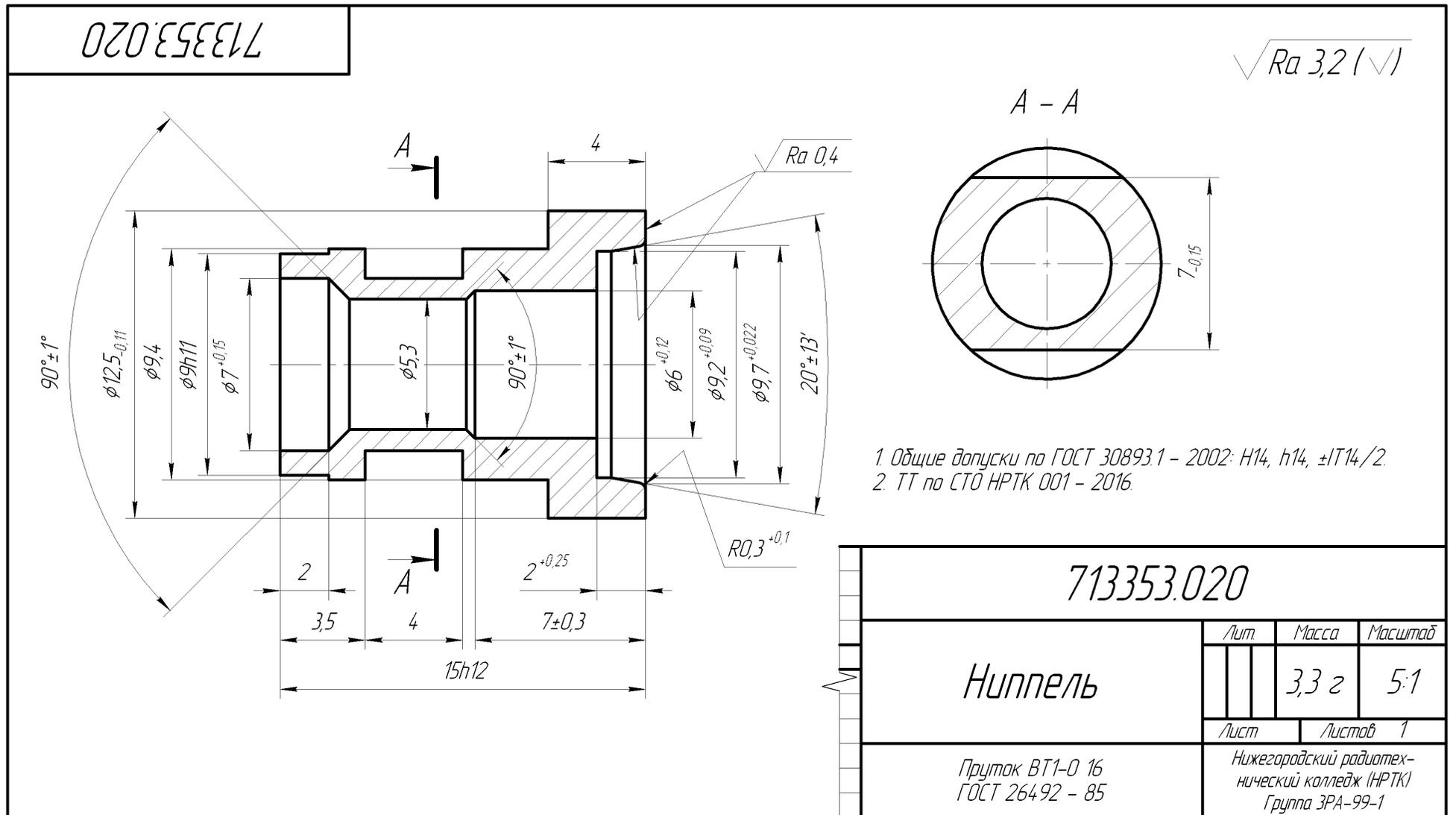


Рисунок 10 – Пример чертежа детали с указанными допусками размеров

Список использованных источников

- 1 ГОСТ 25346 – 89 ОНВ. ЕСДП. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
- 2 ГОСТ 25347 – 82 ОНВ. ЕСДП. Поля допусков и рекомендуемые посадки.
- 3 Допуски и посадки: справочник. В 2-х ч. Ч. 1. Л., 1982.
- 4 Допуски и посадки: справочник. В 2-х ч. Ч. 2. Л., 1982.
- 5 Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник. В 2-х т. Т. 1. М., 1989.
- 6 Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник. В 2-х т. Т. 2. М., 1989.
- 7 ГОСТ 2.307 – 2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
- 8 ГОСТ 6636 – 69 ОНВ. Нормальные линейные размеры.
- 9 ГОСТ 30893.1 – 2002 ОНВ. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками.

Николай Михайлович Бобков – преподаватель Нижегородского радиотехнического колледжа, конструктор Нижегородского научно-производственного объединения имени М. В. Фрунзе.

E-mail: n.bobkov@mail.ru