

ІТМО

Дисципліна: Основи взаємозамінності

**Закрепление пройденного материала.
Практические занятия по решению задач.
Подготовка к рубежному контролю.**



Часть 1

Основные понятия и определения. Размеры (определения, виды размеров, нанесение на чертежах, нормальные линейные размеры, допуски и отклонения размеров, условия годности размеров).

Часть 2

Соединения и посадки. Стандартизация соединений гладких элементов деталей (принципы организации единой системы допусков и посадок – ЕСДП)

Часть 3

Посадки типовых соединений (соединения штифтовые, шпоночные, шлицевые, резьбовые, посадки подшипников качения). Размерные цепи.

Часть 4

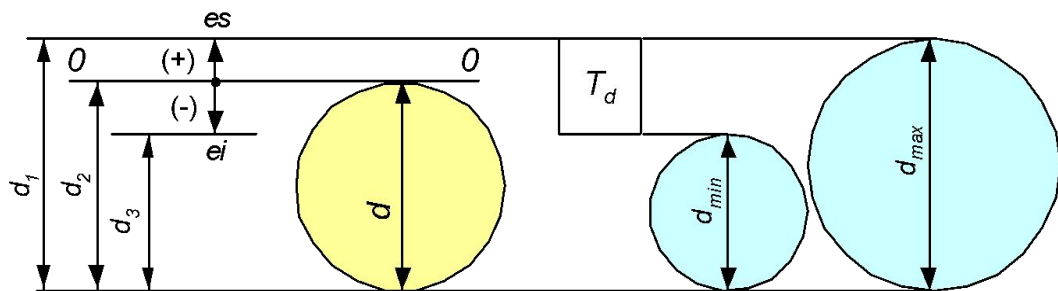
Точность формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности. Допуски расположения осей крепёжных отверстий. Взаимозаменяемость зубчатых колёс.

Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636-69)



Ra5	Ra10	Ra20	Ra40	Ra5	Ra10	Ra20	Ra40
1.0	1.0	1.0	1.0		3.2	3.2	3.2
			1.05				3.4
		1.1	1.1			3.6	3.6
			1.15				3.8
	1.2	1.2	1.2	4.0	4.0	4.0	4.0
			1.3				4.2
		1.4	1.4			4.5	4.5
			1.5				4.8
1.6	1.6	1.6	1.6		5.0	5.0	5.0
			1.7				5.3
		1.8	1.8			5.6	5.6
			1.9				6.0
	2.0	2.0	2.0	6.3	6.3	6.3	6.3
			2.1				6.7
		2.2	2.2			7.1	7.1
			2.4				7.5
2.5	2.5	2.5	2.5		8.0	8.0	8.0
			2.6				8.5
		2.8	2.8			9.0	9.0
			3.0				9.5

Обозначение размеров на чертежах



Для
отверстия
 $T_D = D_{\max} - D_{\min}$

Для
вала
 $T_d = d_{\max} - d_{\min}$

$$D_{EI}^{ES}$$

$$d_{ei}^{es}$$

$$ES = D_{\max} - D;$$

$$es = d_{\max} - d;$$

$$EI = D_{\min} - D;$$

$$ei = d_{\min} - d;$$

$$Es = L_{\max} - L$$

$$e_m = d_m - d;$$

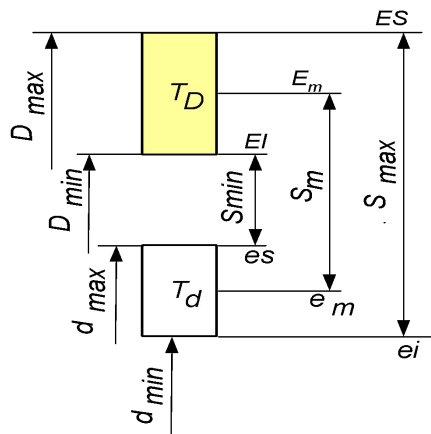
$$Em = D_m - D;$$

$$Ei = L_{\min} - L;$$

$$\Delta_m = L_m - L$$

- d номинальный размер
- "0" уровень номинального размера
- $d_1 - d > 0$ ("+") отклонение
- es верхнее отклонение
- $d_2 - d = 0$ отсутствие отклонения
- ei нижнее отклонение
- $d_3 - d < 0$ ("-") отклонение
- T_d - допуск, область "годных" размеров

Соединения и посадки



$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

$$S_m = D_m - d_m = E_m - e_m = (S_{\max} + S_{\min})/2$$

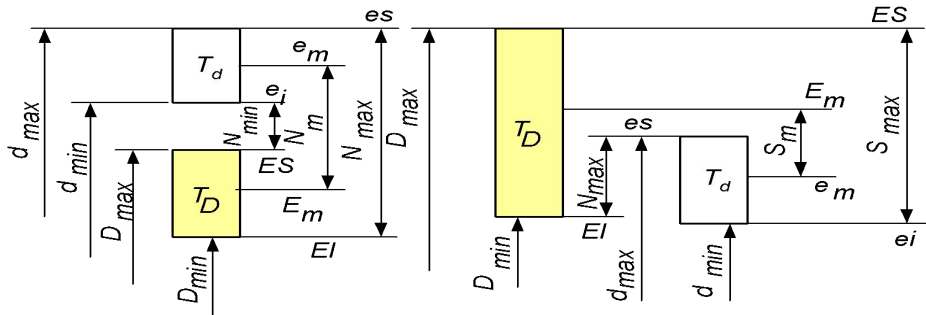
$$T_s = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d$$

Наименьший зазор

Наибольший зазор

Средний зазор

Допуск зазора



$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = -S_{\max}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = -S_{\min}$$

$$N_m = d_m - D_m = e_m - E_m = (N_{\max} + N_{\min})/2 = -S_m$$

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d$$

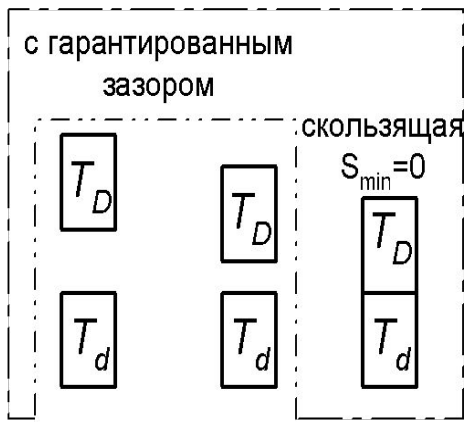
Наименьший зазор

Наибольший зазор

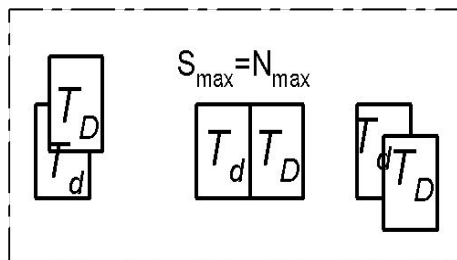
Средний зазор

Допуск зазора

Посадки с зазором



Переходные посадки



Посадки с натягом



Принципы построения системы допусков и посадок



Квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Число единиц допуска k	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500
Допуск для размеров до 500 мм	$IT = ki,$ где $i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D,$ мкм													
Допуск для размеров свыше 500 до 3150 мм	$IT = kI.$ где $I = 0,004D + 21,$ мкм													
Примечание	<ol style="list-style-type: none"> 1. D – среднее геометрическое из крайних значений каждого интервала номинальных размеров, мм 2. Таблица приведена в сокращении 													

Интервалы номинальны х размеров, мм	Квалитеты							
	5	6	7	8	9	10	11	12
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150
Св.10 до 18	8	11	18	27	43	70	110	180
Св.18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210
Св.30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250
Св.50 до 80	13	19	30	46	74	120	190	300
Св.80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350
Св.120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400
Св.180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520
Св.315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630

Схема расположения основных отклонений валов.

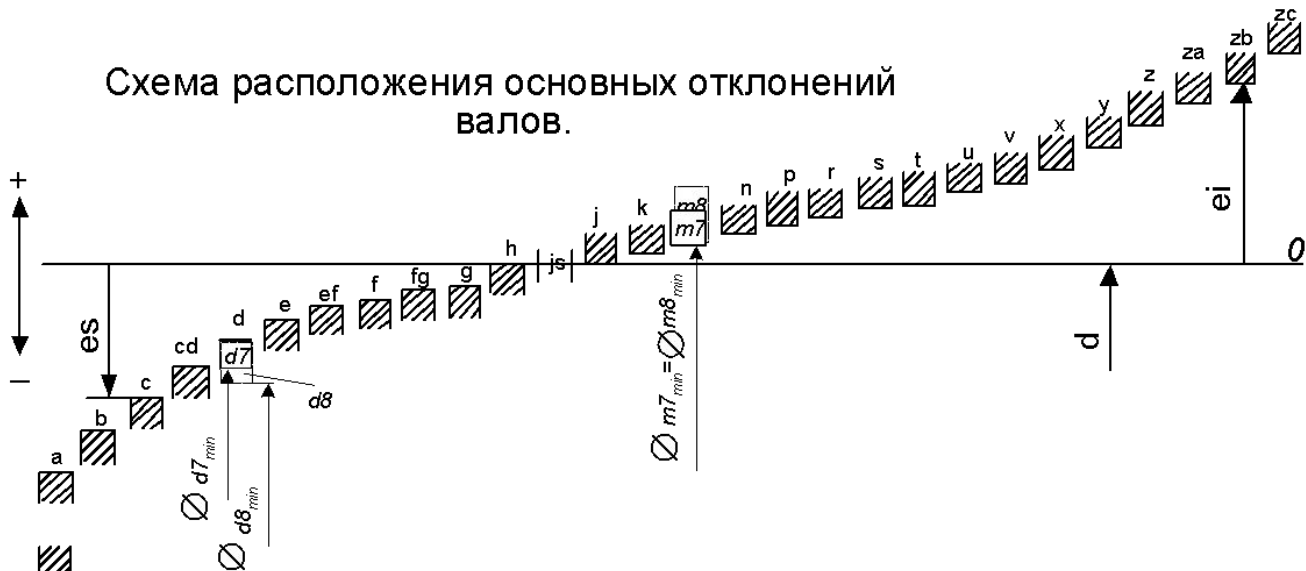
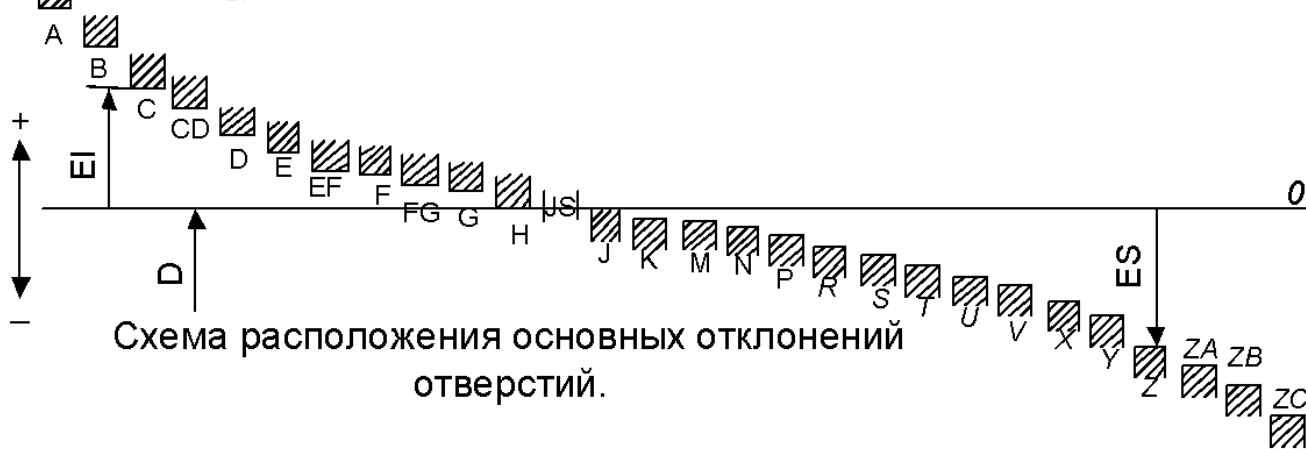


Схема расположения основных отклонений отверстий.



Рекомендуемые посадки



Основное отверстие	Посадки при основном отклонении отверстия
H7	H7/e8, H7/f6, H7/g6, H7/h6. H7/js6, H7/k6, H7/n6, H7/p6, H7/r6, H7/s6
H8	H8/d9, H8/e8, H8/h7, H8/h8,
H9	H9/d9
H11	H11/d11, H11/h11

Основной вал	Посадки при основном отклонении вала
h6	F8/h6, H7/h6, Js7/h6, K7/h6, N7/h6, P7/h6
h7	H8/h7
h8	E9/h8, H8/h8
h11	H11/h11

Обозначение посадок на чертежах

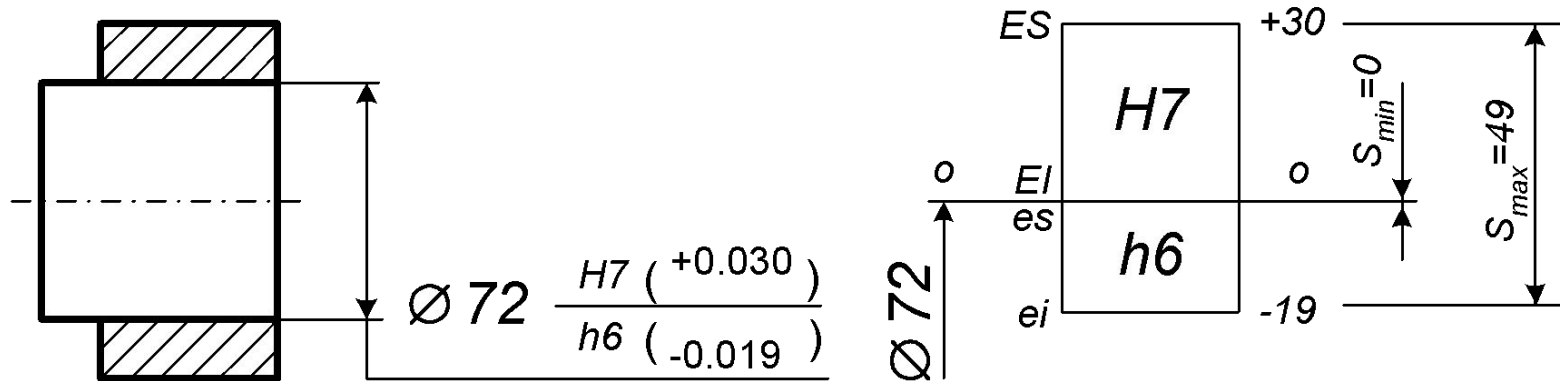


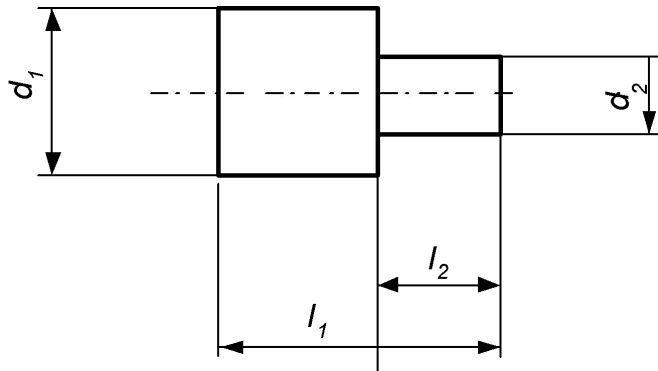
Рис. 24

Примеры решения задач. Задача 1



Выбрать номинальные размеры детали

Условие: при расчёте на прочность получено: $d_1=38.62$ мм, $d_2=15.3$ мм, $l_1=61.5$ мм, $l_2=24.15$ мм (по Ra5).



Решение: по ГОСТ 6636-69, ряд Ra5 принимаем $d_1=40$ мм, $d_2=16$ мм, $l_1=63$ мм, $l_2=25$ мм.

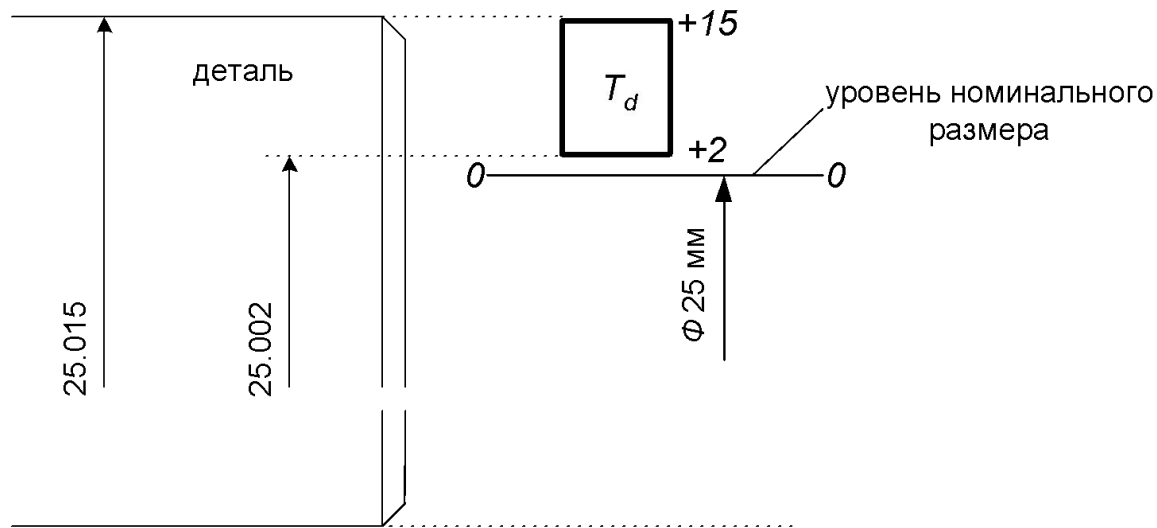
Задача 2



Изобразить графически поле допуска вала.

Условие: номинальный размер $\Phi=25$ мм, верхнее отклонение $es=+0.015$ мм, нижнее отклонение $ei=+0.002$ мм.

Решение:



Задача 3

Определить годность размера по результатам измерения.



Условие: на чертеже указан диаметр $\Phi 32 \pm 0.05$, измерением установлен действительный размер $d = 31.72$.

Решение: размер считается годным, если соблюдается условие $d \geq d_{\min}$

$$d_{\max} = 32 + 0.05 = 32.05 \quad d_{\min} = 32 - 0.05 = 31.95$$

Поскольку $d = 31.72 \leq 31.95 = d_{\min}$, то размер детали негодный.

Задача 4

Произвести определение годности действительных размеров вала.

Условие: на чертеже обозначен диаметр вала $d_{15}^{+0.3}_{-0.2}$.

измерением установлен действительный диаметр $d_{15.6}$ мм.

Решение: поскольку $d_{\max} = 15.3 < d = 15.6$,

то вал следует отнести к категории брака. Однако, при доработке (снятии слоя металла) можно выполнить условие, заданное чертежом. Учитывая это, вал следует отнести к исправимому браку.



Задача 5

Произвести определение годности действительных размеров отверстия.

Условие: на чертеже обозначен диаметр отверстия $15^{+0.4}$, измерением установлен действительный диаметр $D = 15.6$.

Решение: поскольку $D_{\max} = 15.4 < D = 15.6$, то отверстие следует отнести к категории брака.

Задача 6



У вала номинального размера 40 мм один предельный размер равен 39.99 и одно предельное отверстие равно +15 мкм. Определить второй предельный размер, второе предельное отклонение и допуск вала.

РЕШЕНИЕ

Второй предельный размер определяется как сумма номинального размера и предельного отклонения:

$40 + (+0.015) = 40.015$ мм – наибольший предельный размер вала d_{\max} .

Следовательно, отклонение +0.015 – верхнее отклонение вала e_s , а известный предельный размер 39.99 мм – наименьший предельный размер d_{\min} .

Нижнее отклонение $e_i = d_{\min} - d = 39.99 - 40 = -0.01$ мм.

Допуск вала $T_d = e_s - e_i = +0.015 - (-0.01) = 0.025$.

Задача 7



У отверстия диаметром 20 мм, $D_{\min}=19.99$ мм и допуск $TD=15$ мкм. Определить верхнее отклонение отверстия.

РЕШЕНИЕ

Первый способ. Нижнее отклонение отверстия $EI=D_{\min}-D=19.99-20=0.01$ мм. Тогда $ES=EI+TD= (-0.01)+0.015=+0.005$.

Второй способ. $D_{\max}=D_{\min}+TD=19.99+0.015=20.005$ мм. Тогда $ES=D_{\max}-D=20.005-20=+0.005$ мм.

Задача 8

Пример определения сравнительной точности размера

Какой из указанных размеров деталей требует наиболее точной обработки:



$$8 \pm 0.008 \quad 27_{-0.028}^{-0.007} \quad 64_{-0.022}^{+0.010}$$

РЕШЕНИЕ

Точность размера определяется количеством единиц допуска k содержится в допуске IT размера по формуле $k=IT/i$,

где i – единица допуска, которую можно определить по $\phi(i = 0.5\sqrt[3]{D})$:

Чем меньше k , тем точнее размер

$$k_1 = 16 / (0.5\sqrt[3]{8}) = 16 \quad k_2 = 21 / (0.5\sqrt[3]{27}) = 14 \quad k_3 = 32 / (0.5\sqrt[3]{64}) = 16$$

Следовательно, самый точный размер
27 мм.

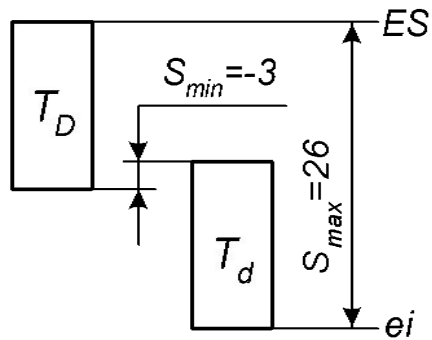
Задача 9

2. Укажите вид посадки, если допуск посадки $T_s=29$ и наибольший зазор $S_{max}=26$ мкм.



РЕШЕНИЕ

Из формулы $T_s = S_{max} - S_{min}$ определите $S_{min} = -3$ мкм, следовательно, посадка переходная, так как $N_{max} = +3$ мкм,



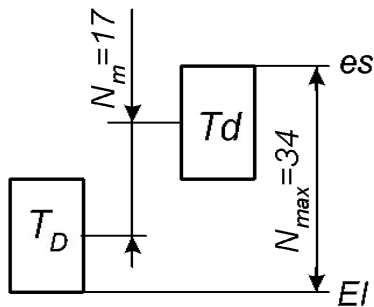
Задача 10

Укажите вид посадки, если $N_{max}=34$ мкм и $N_m=17$ мкм.



РЕШЕНИЕ

Из формулы $N_m=0.5(N_{max}+ N_{min})$ определяется минимальный натяг $N_{min}=0$, откуда следует, что данная посадка легкопрессовая – предельный случай посадок с натягом.



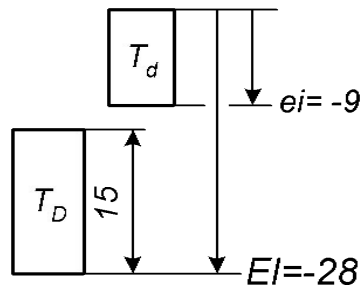
Задача 11

Укажите вид посадки, если известны допуск посадки 24 мкм, допуск отверстия 15 мкм, нижнее отклонение отверстия равно -28 мкм, нижнее отклонение вала равно -9 мкм.



РЕШЕНИЕ

$ES = EI + TD = -28 + 15 = -13$ мкм; $S_{max} = ES - ei = -13 - (-9) = -4$ мкм; то есть $N_{min} = 4$ мкм. Из формулы $TD + T_d = TN$ получаем $T_d = 24 - 15 = 9$ мкм.
 $es = ei + T_d = -9 + 9 = 0$. Поскольку $S_{min} = EI - es = -28 - 0 = -28$ мкм, или $N_{max} = +28$ мкм, следовательно, посадка с гарантированным натягом.



Задача 12

Отверстие номинального диаметра 40 мм имеет допуск 21 мкм и верхнее отклонение, равное нулю. При соединении с валом образуется посадка с наибольшим натягом +14 мкм. Определить допуск вала, мкм, если его нижнее отклонение (- 21) мкм.



РЕШЕНИЕ

$EI = ES - T_D = 0 - 21 = -21$. $es = N_{max} + EI = +14 + (-21) = -7$. $es - ei = T_d = (-7) - (-21) = 14$
МКМ.

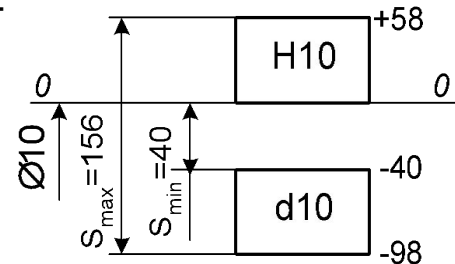
Задача 13

По номинальному размеру 10 мм и обозначению посадки 10 H10/d10 определить систему, тип посадки, возможные зазоры и (или) натяги; выполнить графическую иллюстрацию.



РЕШЕНИЕ

Пользуясь таблицами, ГОСТ 25347-89 находим предельные отклонения полей допусков десятого качества для размерного диапазона от 6 до 10 мм. Получаем $ES=+58$ мкм; $EI=0$ (система отверстия, рис. 32); $es=-40$ мкм; $ei=-98$ мкм. Максимальный зазор в посадке $S_{max}=ES-ei=+58-(-98)=156$ мкм. Минимальный зазор $S_{min}=EI-es=0-(-40)=40$ мкм, то есть, посадка с гарантированным зазором).



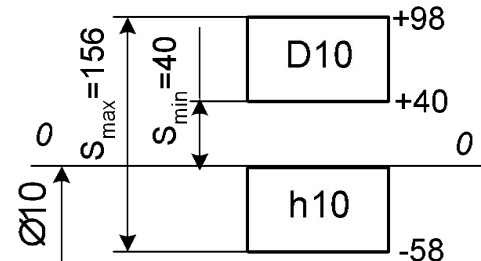
Задача 14

По номинальному размеру 10 мм и обозначению посадки 10 D10/h10 определить систему, тип посадки, возможные зазоры и (или) натяги; выполнить графическую иллюстрацию.



РЕШЕНИЕ

Пользуясь таблицами, ГОСТ 25347-89 находим предельные отклонения полей допусков десятого качества для размерного диапазона от 6 до 10 мм. Получаем $ES=+98$ мкм; $EI=+40$ мкм; $es=0$ (система вала, рис. 33); $ei= - 58$ мкм. Максимальный зазор в посадке $S_{\max}=ES-ei= +98-(-58)=156$ мкм. Минимальный зазор $S_{\min}=EI-es=+40-0=40$ мкм (то гарантированным зазором).



Рубежный контроль

ІТМО

Номер группы	ФИО	Номер варианта
R33801	Гурихин Савелий Александрович	1
R33801	Зайцева Юлия Игоревна	2
R33801	Калинкин Михаил Александрович	3
R33801	Константинова Софья Сергеевна	4
R33801	Корнюшенков Роман Олегович	5
R33801	Лядышева Екатерина Юрьевна	6
R33801	Прохоров Алексей Игоревич	7
R33801	Самсонов Станислав	8
R33801	Халилов Умедджон Ахмадджонович	9
R33802	Бецкова Елизавета Сергеевна	10

Рубежный контроль

ИТМО

Номер группы	ФИО	Номер варианта
R33812	Залялутдинова Карина Радиковна	1
R33811	Ширяев Антон Сергеевич	2
R33812	Бойцов Михаил Павлович	3
R33812	Дулькин Илья Сергеевич	4
R33812	Есаулов Лев Павлович	5
R33812	Захаров Ярослав Кириллович	6
R33812	Землянский Егор Александрович	7
R33812	Златоустов Алексей Витальевич	8
R33812	Карагаев Валерий Юрьевич	9
R33812	Ле Чонг Минь	10
R33812	Мохов Илья Витальевич	11
R33812	Олейник Александр Витальевич	12
R33812	Пеева Софья Павловна	13
R33812	Титова Екатерина Витальевна	14
R33812	Червяков Сергей Сергеевич	15
R33812	Матвеев Тимур Игоревич	3

**Спасибо
за внимание!**

iTMO *re than a*
UNIVERSITY