

ВВЕДЕНИЕ

В данных методических указаниях показана на конкретных примерах методика расчета исполнительных размеров гладких рабочих калибров, изложены особенности её применения при контроле различных размеров деталей, изготовленных по 6...12-му квалитетам точности.

Данные методические указания дополняют материал, приведенный в литературе [1,2,4].

1. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАЗМЕРОВ КАЛИБРОВ

Цель работы: научиться производить расчет исполнительных размеров калибров-пробок и калибров-скоб для контроля годности размеров деталей, изготовленных по 6...12-му квалитетам точности.

Оборудование рабочего места: калибры-пробки, калибры-скобы предельные, справочный материал, плакаты, методические указания.

1.1. Допуски калибров

При изготовлении предельных калибров их исполнительные размеры необходимо выдерживать в пределах допусков на калибры, установленных стандартами ГОСТ 24853–81.

Отклонения калибров отсчитывают от соответствующих предельных размеров контролируемых изделий (рис. 1). Отклонения проходных калибров для валов отсчитывают от наибольшего предельного размера вала ($ПР=d_{max}$), а отклонения непроходных – от наименьшего предельного размера вала ($НЕ=d_{min}$). Соответственно отклонения проходных калибров для отверстий отсчитывают от наименьшего предельного размера отверстий ($ПР=D_{min}$), а отклонения непроходных калибров – от наибольшего предельного размера отверстия ($НЕ=D_{max}$).

Расположение полей допусков и отклонений относительно границ полей допусков изделий зависит от квалитета точности, по которым изготавливаются изделия (отверстие, валы), от их номинального диаметра и должно соответствовать приведенным схемам (рис. 1, 2, приложения 3...8).

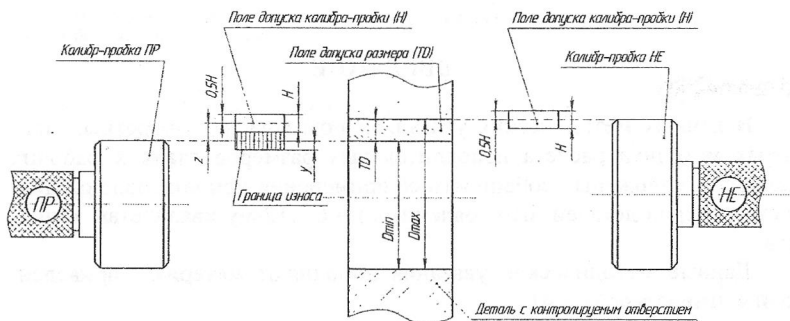


Рис.1. Схема расположения полей допусков калибров-пробок для контроля отверстий $D < 180$ мм, изготовленных по 6,7 и 8-му квалитетам точности: D_{\max} – наибольший предельный размер отверстия, мм; D_{\min} – наименьший предельный размер отверстия, мм; TD – допуск размера отверстия, мкм; H – допуск на изготовление калибра-пробки, мкм; Z – координата середины поля допуска на изготовление проходного калибра-пробки, мкм; Y – допустимый выход размера изношенного проходного калибра-пробки за границу поля допуска размера, мкм.

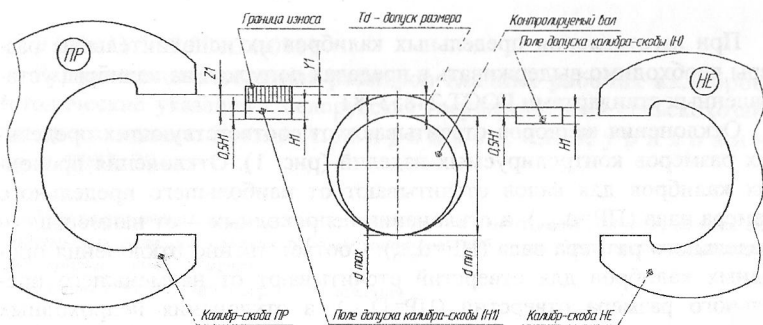


Рис.2. Схема расположения полей допусков калибров-скоб для контроля валов $D < 180$ мм, изготовленных по 6,7 и 8-му квалитетам точности: d_{\max} – наибольший предельный размер вала, мм; d_{\min} – наименьший предельный размер вала, мм; Td – допуск размера вала, мкм; H_1 – допуск на изготовление калибра-скобы, мкм; Z_1 – координата середины поля допуска на изготовление проходного калибра-скобы, мкм; Y_1 – допустимый выход размера изношенного проходного калибра-скобы за границу поля допуска размера, мкм.

1.2. Расчет исполнительных размеров калибров

Исполнительными называют предельные размеры калибра, по которым изготавливают новый калибр. На чертеже калибра-скобы проставляют наименьший предельный размер с положительным отклонением (рис. 5,б); для калибра-пробки – наибольший предельный размер с отрицательным отклонением (рис. 5,а).

Формулы для вычисления исполнительных размеров калибров приведены в приложении 2, а допуски и отклонения калибров – в приложении 1.

Пример. Рассчитать исполнительные размеры калибров для контроля годности деталей, образующих соединение $\varnothing 25$ H7/g6 (рис. 3).

В приложении 1 для IT7 интервала размеров 18...30 мм находим данные для определения предельных размеров калибра-пробки $\varnothing 25$ H7, мкм: $H=4$; $Z=3$; $Y=3$. На основании этих данных и расчетных зависимостей (приложение 2) строим схему расположения полей допусков калибра-пробки (рис.4) и определяем значения предельных размеров проходной (ПР) стороны калибра-пробки:

- наибольший предельный размер нового калибра-пробки

$ПР_{\max}$

$$ПР_{\max} = D_{\min} + Z + 0,5H = 25,000 + 0,003 + 0,004/2 = 25,005\text{мм},$$

- наименьший предельный размер нового калибра-пробки $ПР_{\min}$

$$ПР_{\min} = D_{\min} + Z - 0,5H = 25,000 + 0,003 - 0,004/2 = 25,001\text{мм},$$

- наименьший размер изношенного калибра-пробки $ПР_{\text{изн}}$

$$ПР_{\text{изн}} = D_{\min} - Y = 25,000 - 0,003 = 24,997\text{мм}.$$

Исполнительным размером проходной стороны (ПР) калибра-пробки, проставляемым на чертеже, является $\varnothing 25,005_{-0,004}$, так как для калибров-пробок исполнительными являются наибольшие предельные размеры с допуском, численно равным допуску на изготовление H , направленному в тело калибра (в «минус»).

Предельные размеры непроходной стороны калибра-пробки (НЕ) на основании исходных данных (приложение 1) и расчетных формул (приложение 2) будут следующие:

$$НЕ_{\max} = D_{\max} + 0,5H = 25,021 + 0,004/2 = 25,023\text{мм},$$

$$НЕ_{\min} = D_{\max} - 0,5H = 25,021 - 0,004/2 = 25,019\text{мм}.$$

Исполнительным размером калибра-пробки НЕ, проставляемым на чертеже, является $\varnothing 25,023_{-0,004} \text{ мм}$.

Исполнительные размеры калибра-скобы для контроля годности вала $\varnothing 25 \text{ г6}$ рассчитываем на основании данных приложения 1 для IT6 и интервала диаметров 18...30 мм, мкм: $H_1=4$; $Z_1=3$; $Y_1=3$. Для проходной стороны калибра-скобы

$$PP_{\text{max}} = d_{\text{max}} - Z_1 + 0,5H_1 = 24,993 - 0,003 + 0,004/2 = 24,992 \text{ мм},$$

$$PP_{\text{min}} = d_{\text{max}} - Z_1 - 0,5H_1 = 24,993 - 0,003 - 0,004/2 = 24,988 \text{ мм},$$

$$PP_{\text{изн}} = d_{\text{max}} + Y_1 = 24,993 + 0,003 = 24,996 \text{ мм}.$$

Исполнительный размер калибра-скобы ПР, проставляемый на чертеже, будет равен $24,988^{+0,004}$, так как для калибров-скоб исполнительными являются их наименьшие предельные размеры с допуском, численно равным допуску на изготовление H_1 , направленным в тело калибра (в «плюс»).

Для непроходной стороны НЕ калибра-скобы

$$HE_{\text{max}} = d_{\text{min}} + 0,5H_1 = 24,980 + 0,004/2 = 24,982 \text{ мм},$$

$$HE_{\text{min}} = d_{\text{min}} - 0,5H_1 = 24,980 - 0,004/2 = 24,978 \text{ мм}.$$

Исполнительный размер калибра-скобы (НЕ), проставляемый на чертеже, будет $24,978^{+0,004} \text{ мм}$.

2. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Повторить (изучить) по учебникам [1,2] в главе «Взаимозаменяемость, методы и средства контроля гладких цилиндрических соединений» разделы: калибры гладкие для размеров до 500 мм; допуски гладких калибров.

2. Изучить содержание данных методических указаний.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Вычертить эскизы заданного соединения или деталей (рис. 3).

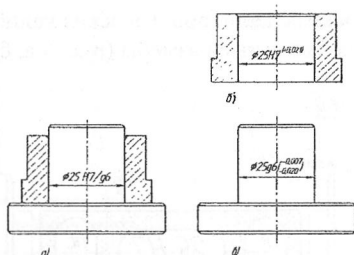


Рис. 3. Эскизы гладкого цилиндрического соединения (а) и его деталей (б,в).

2. На эскизах контролируемых деталей проставить обозначения контролируемых размеров (номинальное значение, условное обозначение поля допуска, верхнее и нижнее предельные отклонения).

3. Вычертить схемы расположения полей допусков размера детали и соответствующего калибра (рис. 4).

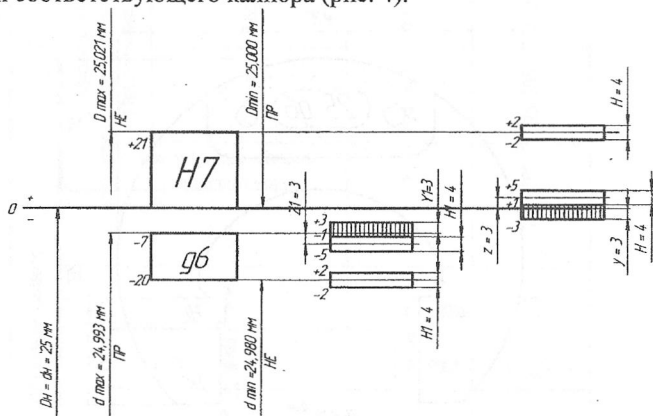


Рис.4. Схема расположения полей допусков соединения $\#25$ H7/g6, калибра-пробки (H) и калибра-скобы (H_1).

Исходные данные и результаты расчетов исполнительных размеров калибров

Контролируемая деталь	Номинальный размер детали, мм	Результаты расчетов														
		Исходные данные					Проходная сторона (ПР)					Непроходная сторона (НЕ)				
		H	Z	Y	α	Номинальный размер калибра, мм	ПРmax	ПРmin	ПРизн	Исполнительный размер, мм	Номинальный размер калибра, мм	НЕmax	НЕmin	Исполнительный размер, мм		
		H _{1,5} мм	Z _{1,5} мм	Y _{1,5} мм	$\alpha_{1,5}$ мм											
Вал	25	4	3	3	-	25	24,992	24,988	24,996	24,998	25	24,982	24,978	24,978		
Втулка	25	4	3	3	-	25	25,005	25,001	24,997	25,005	25	25,023	25,019	25,023		

4. ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

Отчет выполненной лабораторной работы должен содержать данные, которые перечислены ниже.

1. Фамилия, имя, отчество студента, номер группы, курс и наименование факультета.
2. Порядковый номер и тема лабораторной работы.
3. Цель лабораторной работы.
4. Эскизы заданного гладкого цилиндрического соединения и его деталей с указанием контролируемых размеров (рис. 3).
5. Схемы расположения полей допусков контролируемых размеров детали и соответствующих калибров (рис. 4).
6. Исходные данные и результаты расчетов исполнительных размеров калибров (таблица).
7. Эскизы калибра-пробки или калибра-скобы с указанием необходимой информации: исполнительные размеры, допуск формы, шероховатость поверхности (рис. 5).
8. Выводы по работе.
9. Дата и подпись студента.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Чему равен номинальный размер проходной (непроходной) стороны калибра-пробки?
2. Чему равен номинальный размер проходной (непроходной) стороны калибра-скобы?
3. Как определяются предельные размеры нового калибра-пробки (калибра-скобы)?
4. До какой величины допускается износ проходной стороны калибра-пробки (калибра-скобы)? Поясните на конкретном примере.
5. С каким знаком назначаются допуски исполнительных размеров калибра-пробки (калибра-скобы)?
6. Как назначаются допуски формы (расположения) и шероховатость рабочих поверхностей калибра-пробки (калибра-скобы)?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Допуски и отклонения калибров, мкм

Квалитет допусков изделий	Обозначение	Интервал размеров, мм														
		до 3	св. 3 до 6	св. 6 до 10	св. 10 до 18	св. 18 до 30	св. 30 до 50	св. 50 до 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400	св. 400 до 500		
1 6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
	Z	1,5	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8		
	Y	1	1	1,5	1,5	2	2	2	3	3	4	5	6	7		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Z ₁	1,5	2	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	11		
7	Y ₁	1,5	1,5	2	2	2	2,5	2,5	3	4	5	6	7	8		
	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	H ₁ H ₁	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15		
	Z, Z ₁	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18		
	Y, Y ₁	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	9	9	11		
8	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15		
	H ₁	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20		
	Z, Z ₁	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32		
	Y, Y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	α, α_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	H	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15		
	H ₁	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20		
	Z, Z ₁	5	6	7	8	9	11	13	15	18	21	24	28	32		
	Y, Y ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H H ₁	5 0 0 2 3	6 0 0 2,5 4	7 0 0 2,5 4	8 0 0 3 5	9 0 0 4 6	11 0 0 4 7	13 0 0 5 8	15 0 0 6 10	18 0 0 8 12	24 0 7 10 14	27 0 9 12 16	32 0 11 13 18	37 0 14 15 20
11	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	10 0 0 4	12 0 0 5	14 0 0 6	16 0 0 8	19 0 0 9	22 0 0 11	25 0 0 13	28 0 0 15	32 0 0 18	40 0 10 20	45 0 15 23	50 0 20 25	55 0 20 27
12	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	10 0 0 4	12 0 0 5	14 0 0 6	16 0 0 8	19 0 0 9	22 0 0 11	25 0 0 13	28 0 0 15	32 0 0 18	45 0 15 20	50 0 20 23	65 0 30 25	70 0 35 27
13	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	20 0 0 10	24 0 0 12	28 0 0 15	32 0 0 18	36 0 0 21	42 0 0 25	48 0 0 30	54 0 0 35	60 0 0 40	80 0 25 46	90 0 35 52	100 0 45 57	110 0 55 63
14	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	20 0 0 10	24 0 0 12	28 0 0 15	32 0 0 18	36 0 0 21	42 0 0 25	48 0 0 30	54 0 0 35	60 0 0 40	100 0 45 46	110 0 55 52	125 0 70 57	145 0 90 63
15	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	40 0 0 10	48 0 0 12	56 0 0 15	64 0 0 18	72 0 0 21	80 0 0 25	90 0 0 30	100 0 0 35	110 0 0 40	170 0 70 46	190 0 90 52	210 0 110 57	240 0 140 63
16	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	40 0 0 10	48 0 0 12	56 0 0 15	64 0 0 18	72 0 0 21	80 0 0 25	90 0 0 30	100 0 0 35	110 0 0 40	210 0 110 46	240 0 140 52	280 0 180 57	320 0 220 63
17	Z, Z ₁ Y, Y ₁ α, α_1 H, H ₁	40 0 0 10	48 0 0 12	56 0 0 15	64 0 0 18	72 0 0 21	80 0 0 25	90 0 0 30	100 0 0 35	110 0 0 40	210 0 110 46	240 0 140 52	280 0 180 57	320 0 220 63

**Формулы для определения предельных размеров
калибров для контроля годности размеров до 180 мм**

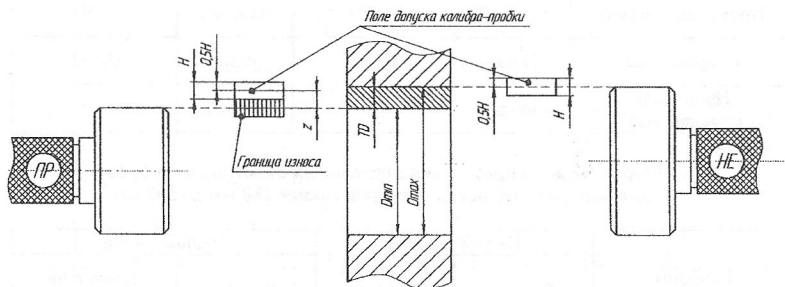
Стороны	Калибр-пробка		Калибр-скоба	
	Размер	Допуск на изготовление	Размер	Допуск на изготовление
Проходная (новая)	$D_{min}+Z$	$\pm 0,5H$	$d_{max}-Z_1$	$\pm 0,5H_1$
Непроходная	D_{max}	$\pm 0,5H$	d_{min}	$\pm 0,5H_1$
Проходная (изношенная)	$D_{min}-Y$	-	$d_{max}+Y_1$	-

**Формулы для определения предельных размеров калибров
для контроля годности размеров свыше 180 мм до 500 мм**

Стороны	Калибр-пробка		Калибр-скоба	
	Размер	Допуск на изготовление	Размер	Допуск на изготовление
Проходная (новая)	$D_{min}+Z$	$\pm 0,5H$	$d_{max}-Z_1$	$\pm 0,5H_1$
Непроходная	$D_{max}-d$	$\pm 0,5H$	$d_{min}+\alpha_1$	$\pm 0,5H_1$
Проходная (изношенная)	$D_{min}-Y+\alpha$	-	$d_{max}+Y_1-\alpha_1$	-

П р и м е ч а н и е: При подсчете исполнительных размеров калибров (наибольших для отверстий и наименьших для валов) необходимо соблюдать следующие правила: размеры, оканчивающиеся на 0,25 и 0,75 мкм, следует округлять до величин, кратных 0,5 мкм в сторону сокращения производственного допуска на изделие; для изделий квалитетов 6...14 размеры калибров округляют до величин, кратных 0,5 мкм, при этом допуск на калибры сохраняется; округление размеров калибров для изделий квалитетов 15...17 следует производить до целого микрометра.

Схема расположения полей допусков калибров-пробок для контроля годности отверстий $D \leq 180$ мм, изготовленных по 9...17-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для пробок $\text{Ø}25\text{H}11$, $H=9$; $Z=19$; $Y=0$ (мкм).

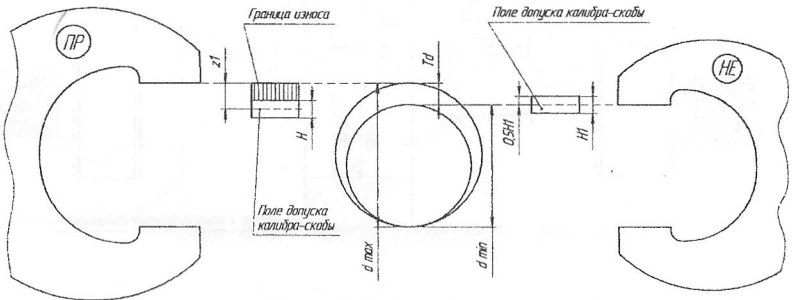
$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + 0,5H = 25,000 + 0,019 + 0,5 \cdot 0,009 = 25,0235 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной пробки: $\text{Ø} 25,0235_{-0,009} \text{ мм.}$

$$HE_{\max} = D_{\max} + 0,5H = 25,130 + 0,5 \cdot 0,009 = 25,1345 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной пробки: $\text{Ø} 25,1345_{-0,009} \text{ мм.}$

Схема расположения полей допусков калибров-скоб для контроля годности валов $d \leq 180$ мм, изготовленных по 9...17-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для скобы $\text{Ø}25d11$, $H_1=9$; $Z=19$; $Z_1=19$ (мкм).

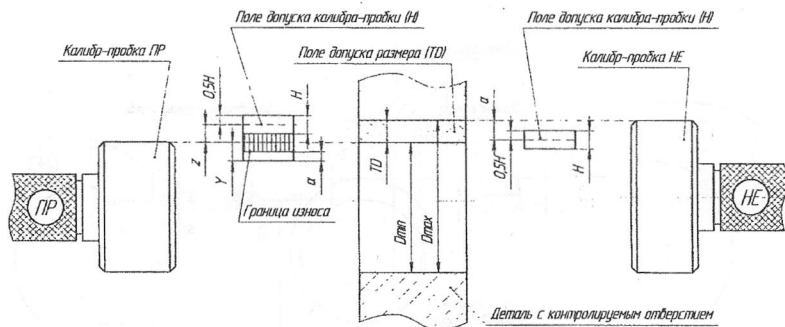
$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - 0,5H_1 = 24,935 - 0,019 - 0,5 \cdot 0,009 = 24,9115 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной скобы: $\text{Ø} 24,9115^{+0,009}$ мм.

$$HE_{\min} = d_{\min} - 0,5H_1 = 24,805 - 0,5 \cdot 0,009 = 24,8005 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной скобы: $\text{Ø} 24,8005^{+0,009}$ мм.

Схема расположения полей допусков калибров-пробок для контроля годности отверстий $D > 180$ мм, изготовленных по 6,7 и 8-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для пробок $\varnothing 200H7$, $H=10$; $Z=7$; $Y=6$, $\alpha=3$ (мкм).

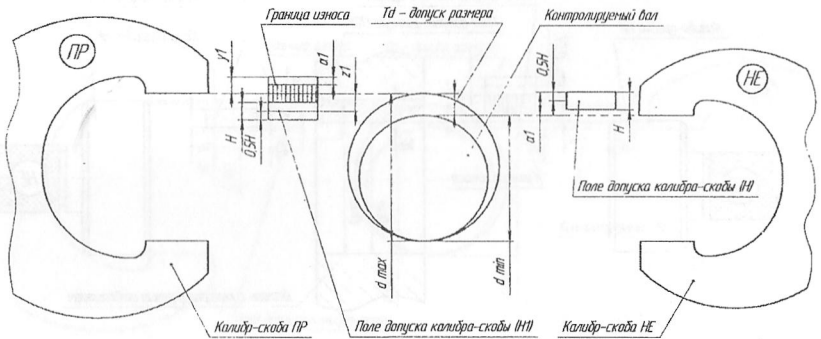
$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + 0,5H = 200,000 + 0,007 + 0,5 \cdot 0,010 = 200,012 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной пробки: $\varnothing 200,012_{-0,01} \text{ мм.}$

$$HE_{\max} = D_{\max} - \alpha + 0,5H = 200,046 - 0,003 + 0,5 \cdot 0,010 = 200,048 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной пробки: $\varnothing 200,048_{-0,010} \text{ мм.}$

Схема расположения полей допусков калибров-скоб для контроля годности валов $d > 180$ мм, изготовленных по 6,7 и 8-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для скобы $\varnothing 200f11$, $H_1=10$; $Z_1=7$; $Y_1=6$, $\alpha=3$ (мкм).

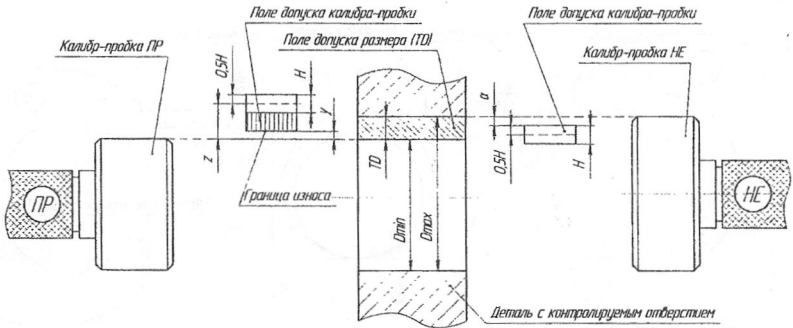
$$PP_{\min} = d_{\max} - Z_1 - 0,5H_1 = 199,950 - 0,007 - 0,5 \cdot 0,010 = 199,938 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной скобы: $\varnothing 199,938^{+0,01}$ мм.

$$HE_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - 0,5H_1 = 199,904 + 0,003 - 0,5 \cdot 0,010 = 199,902 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной скобы: $\varnothing 199,902^{+0,01}$ мм.

Схема расположения полей допусков калибров-пробок для контроля годности отверстий $D > 180$ мм, изготовленных по 9...17-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для пробок $\text{Ø}200\text{H}9$, $H=10$; $Z=21$; $\alpha=4$ (мкм).

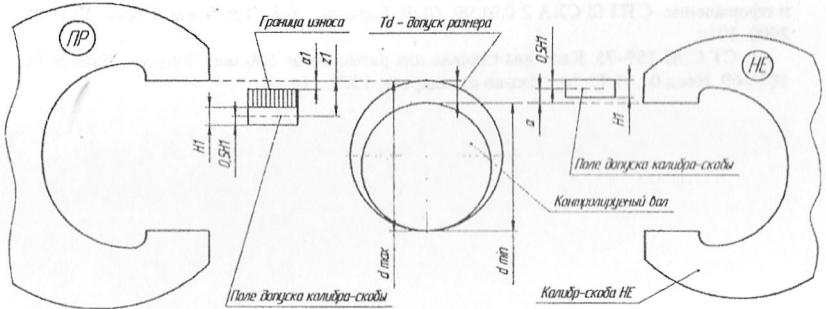
$$PP_{\max} = D_{\min} + Z + 0,5H = 200,000 + 0,021 + 0,5 \cdot 0,010 = 200,026 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной пробки: $\text{Ø} 200,026_{-0,01} \text{ мм.}$

$$NE_{\max} = D_{\max} - \alpha + 0,5H = 200,115 - 0,004 + 0,5 \cdot 0,010 = 200,116 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной пробки: $\text{Ø} 200,116_{-0,01} \text{ мм.}$

Схема расположения полей допусков калибров-скоб для контроля годности валов $d \leq 180$ мм, изготовленных по 9...17-му квалитетам точности, и пример расчета их исполнительных размеров



Для скобы $\varnothing 200d9$, $H_1=10$; $Z_1=21$; $\alpha_1=4$ (мкм).

$$ПР_{\min} = d_{\max} - Z_1 - 0,5H_1 = 199,830 - 0,021 - 0,5 \cdot 0,010 = 199,804 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер проходной скобы: $\varnothing 199,804^{+0,01}$ мм.

$$НЕ_{\min} = d_{\min} + \alpha_1 - 0,5H_1 = 199,715 + 0,004 - 0,5 \cdot 0,010 = 199,714 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер непроходной скобы: $\varnothing 199,714^{+0,01}$ мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. С е р ы й И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / И.С. Серый. М.: Агропромиздат, 1987. 367с.
2. Я к у ш е в А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/ А.И.Якушев, Л.Н.Воронцов, Н.М.Федоров. М.: Машиностроение, 1987. 352с.
3. Б а р а н о в Л.Ф. Проекты (работы) курсовые и дипломные. Общие требования и оформление. СТП БГСХА 2.0.01.99 /Л.Ф. Баранов , А.К. Трубилов. Горки: БГСХА, 2000. 101с.
4. СТ СЭВ 157–75. Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски. Взамен РС 1876-69. Ввод 01.01.77. М.: Изд-во стандартов, 1977. 11с.