Выбор средств измерений для заданных размеров гладкого цилиндрического соединения

Цель работы:

1. Научиться давать характеристику посадки и правильно проставлять отклонения размеров на сборочных чертежах и чертежах деталей.

2. Научиться выбирать измерительные средства для контроля размеров гладких цилиндрических деталей.

Исходные данные:

Соединение, заданное номинальным размером, обозначениями основных отклонений и квалитетов отверстия и вала.

Необходимо:

1. Найти значения основных параметров полей допусков и посадки;
2. Дать характеристику посадки;
3. Выбрать инструменты для измерения размеров деталей, составляющих соединение;
4. Вычертить схему полей допусков соединения.
5. Вычертить соединение в сборе и подетально.
6. Пронормировать шероховатость поверхностей отверстия и вала.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ

ДАНО:

номинальный размер соединения - **14;**

поле допуска: отверстия - **G9;**

вала - **h8.**

1.1. Величина допуска, величина и знаки основных и предельных отклонений [1].

Таблица 1.1.

	Отверстие	Вал
Допуск, мкм.	TD = 43	Td = 27
Основное отклонение, мкм	EI = + 6	es = 0
Верхнее отклонение, мкм.	ES = +49	es = 0
Нижнее отклонение, мкм	EI = + 6	ei = -27

Обозначение посадки: $\varnothing 14\frac{G9}{h8}$

1.2. Предельные размеры вала и отверстия

$\mathbf{D_{max}} = D + ES = 14 + 0{,}049 = 14{,}049$ мм

$\mathbf{D_{min}} = D + EI = 14 + 0{,}006 = 14{,}006$ мм

$\mathbf{d_{max}} = D + es = 14 + 0 = 14$ мм

$\mathbf{d_{min}} = D + ei = 14 - 0{,}027 = 13{,}973$ мм

1.3. Допуски размеров вала и отверстия

$\mathbf{T_D} = ES - EI = 0{,}049 - 0{,}006 = 0{,}043$ мм

$\mathbf{T_D} = D_{max} - D_{min} = 14{,}049 - 14{,}006 = 0{,}043$ мм

$\mathbf{T_d} = es - ei = 0 - (-0{,}027) = 0{,}027$ мм

$\mathbf{T_d} = d_{max} - d_{min} = 14 - 13{,}973 = 0{,}027$ мм

1.4. Величины предельных зазоров

$\mathbf{S_{max}} = D_{max} - d_{min} = 14{,}049 - 13{,}973 = 0{,}076$ мм

$\mathbf{S_{max}} = ES - ei = 0{,}049 - (-0{,}027) = 0{,}076$ мм

$\mathbf{S_{min}} = D_{min} - d_{max} = 14{,}006 - 14 = 0{,}006$ мм

$\mathbf{S_{min}} = EI - es = 0{,}006 - 0 = 0{,}006$ мм

1.5. Допуск посадки

$\mathbf{T_S} = S_{max} - S_{min} = 0{,}076 - 0{,}006 = 0{,}07$ мм

Проверка:

$\mathbf{T_S} = T_d + T_D = 0{,}027 + 0{,}043 = 0{,}07$ мм

1.6. Характеристика посадки.

Посадка с номинальным диаметром соединения 14 мм, выполнена в системе вала, с зазором, комбинированная по квалитетам.

1.7. Выбор средств измерения.

Характеристика средств измерения должна удовлетворять условию:

$$\mathbf{\pm \delta \geq \pm \Delta lim,}$$

где $\pm \delta$ - допустимая погрешность измерения (прилож. 2),

$\mathbf{\pm \Delta lim}$ - предельная погрешность измерения (прилож. 3,4)

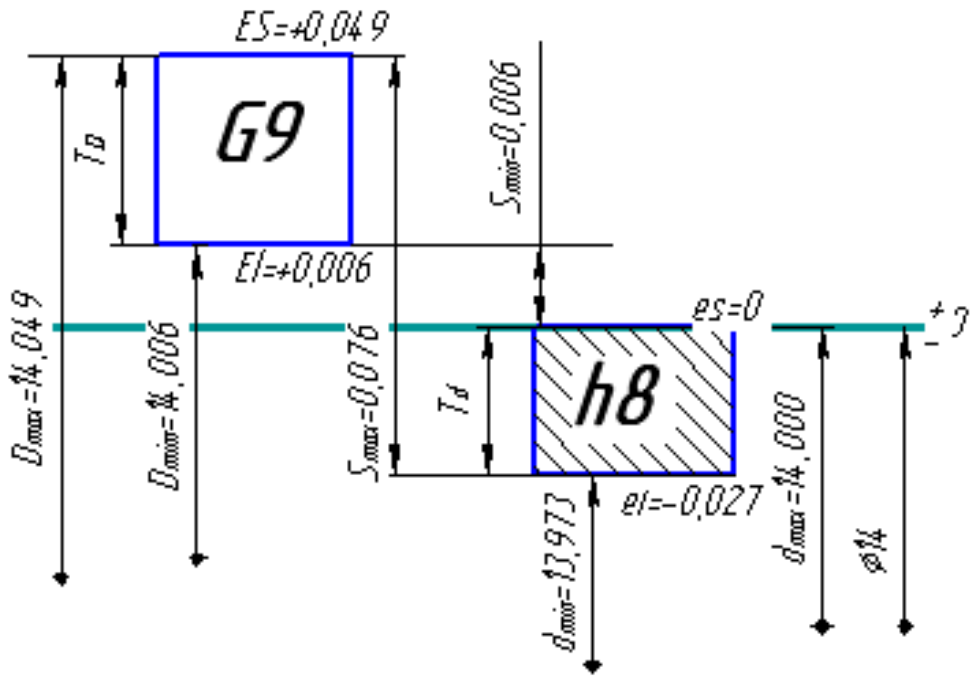
Данные по выбору средств измерения приведены в таблице 1.2.

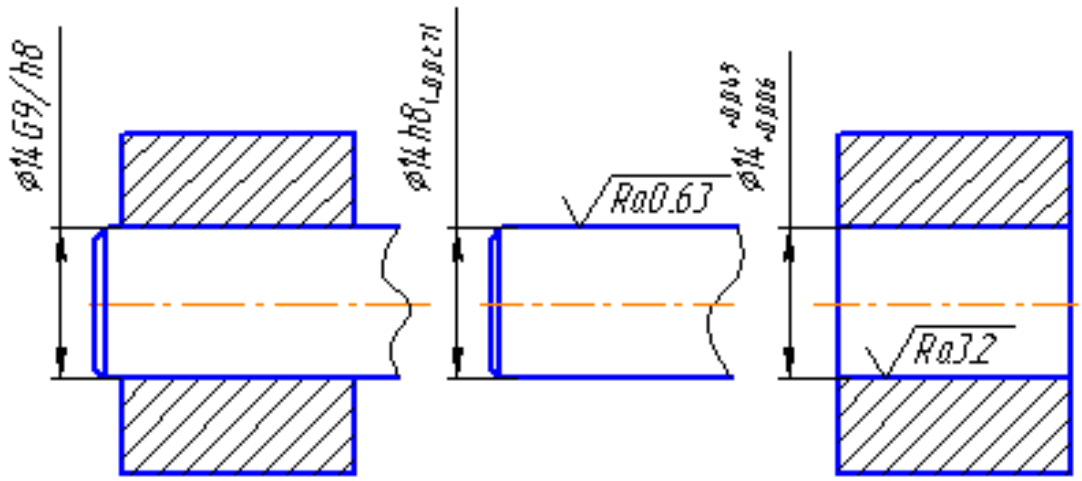
Таблица 1.2.

Обозначение деталей соединения	Допуск TD (Td), мм.	Допускаемая погрешность измерения $\pm \delta$, мкм.	Предельная погрешность измерения $\pm\Delta$lim, мкм.	Измерительный прибор
∅14 G9	0,043	10	10	Нутромер индикаторный с величиной отсчета 0,01 мм., при работе прибор находится в стойке
∅14 h8	0,027	7	5	Микрометр гладкий МК с величиной отсчета 0,01 мм, при работе прибор находится в стойке

1.8. Схема полей допусков и эскизы соединения в сборе и его деталей с обозначением параметров шероховатостей.

МСиС /ЛР 01.00.00





МСиС /ЛР 01.00.00

Посадка в гладком цилиндрическом соединении

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов И.И.		
Пров.		Кондобов В.В.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Лит.	Масса	Масштаб
У		
Лист	Листов 1	

НГАУ

Копировал

Формат А4

Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Шифр выбираются по двум последним цифрам номера зачетной книжки

Шифр	Обозначение посадки	Шифр	Обозначение посадки
1	*2*	*3*	*4*
1	∅20H6/d6	**36**	∅40H7/m7
2	∅20H7/d7	**37**	∅20H6/r6
3	∅50H7/d7	**38**	∅30H6/s6
4	∅30H8/d8	**39**	∅30H7/t7
5	∅40H9/d9	**40**	∅40H7/u7
6	∅20H6/f6	**41**	∅50H6/v6
7	∅29H7/g6	**42**	∅49H6/p6
8	∅38H8/e7	**43**	∅78H7/p7
9	∅30H6/p6	**44**	∅30H7/p6
10	∅30H7/e7	**45**	∅60H7/r6
11	∅40H8/e7	**46**	∅40H8/r7
12	∅40H6/e6	**47**	∅50H7/s6
13	∅40H7/e7	**48**	∅40H7/t6
14	∅47H8/e8	**49**	∅97H8/u7
15	∅49H8/f6	**50**	∅69H7/v6
16	∅50H9/e8	**51**	∅30D6/h6
17	∅45H6/f8	**52**	∅40F7/h6
18	∅40H7/f7	**53**	∅50G6/h6
19	∅50H8/f6	**54**	∅60D6/h6
20	∅40H9/f9	**55**	∅40E6/h6
21	∅50H5/g5	**56**	∅70F6/h6
22	∅55H6/g5	**57**	∅18G6/h6
23	∅60H7/g6	**58**	∅20G7/h6
24	∅70H6/h6	**59**	∅50F7/h6
25	∅80H7/h6	**60**	∅30E7/h6
26	∅90H6/j6	**61**	∅40D7/h6
27	∅50H7/js7	**62**	∅90G7/h6
28	∅70H6/k6	**63**	∅80D10/h9
29	∅80H6/m6	**64**	∅70F8/h8
30	∅40H6/n6	**65**	∅60H7/h7
31	∅37H7/j7	**66**	∅50J6/h6
32	∅49H7/k7	**67**	∅30Js7/h6
33	∅90H7/k6	**68**	∅40J7/h7
34	∅60H7/m6	**69**	∅20Js8/h7
35	∅70H7/n6	**70**	∅80K6/h5

1	*2*	*3*	*4*
71	∅30K6/h6	**86**	∅40P7/h6
72	∅40K7/h6	**87**	∅20P7/h7
73	∅20K7/h7	**88**	∅60P8/h7
74	∅60K8/h7	**89**	∅30P8/h8
75	∅20K8/h8	**90**	∅40R6/h6
76	∅50M6/h6	**91**	∅80R7/h6
77	∅30M7/h6	**92**	∅90R7/h7
78	∅40M7/h7	**93**	∅95R8/h7
79	∅50M8/h7	**94**	∅50R8/h8
80	∅100M8/h8	**95**	∅30S6/h6
81	∅120N6/h6	**96**	∅40S7/h6
82	∅140N7/h6	**97**	∅20S7/h7
83	∅70N7/h7	**98**	∅90S8/h7
84	∅50N7/h8	**99**	∅70T6/h6
85	∅30P6/h6	**100**	∅20T7/h7

*****Шифр выбираются по двум последним цифрам номера зачетной книжки

Приложение 1

Числовые значения допусков

Интервал номинальных размеров, мм		Квалитет																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
свыше	до	мкм																	
	3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	200	400	600	1000
3	6	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
6	10	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
10	18	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
18	30	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
30	50	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
50	80	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
80	120	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
120	180	2	2,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
180	250	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600

Приложение 2

Значения допускаемых погрешностей измерения δ, мкм.

Номинальные размеры, мм.	Квалитеты																			
	5		6		7		8		9		10		11		12		13		14	
	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ	IT	δ
До 3	4	1.4	6	1,8	10	3	14	3	25	6	40	8	60	12	100	20	140	30	250	50
Св.3 до 6	5	1.6	8	2	12	3	18	4	30	8	48	10	75	16	120	30	180	40	300	60
Св. 6 до 10	6	2	9	2	15	4	22	5	36	9	58	12	90	18	150	30	220	50	360	80
Св. 10 до 18	8	2.8	11	3	18	5	27	7	43	10	70	14	110	30	180	40	270	60	430	90
Св. 18 до 30	9	3	13	4	21	6	33	8	52	12	84	18	130	30	210	50	330	70	520	120
Св. 30 до 50	11	4	16	5	25	7	39	10	62	16	100	20	160	40	250	50	390	80	620	140
Св. 50 до 80	13	4	19	5	30	9	46	12	74	18	120	30	190	40	300	60	460	100	740	160
Св. 80 до 120	15	5	22	6	35	10	54	12	87	20	140	30	220	50	350	70	540	120	870	180
Св.120 до 180	18	6	25	7	40	12	63	16	100	30	160	40	250	50	400	80	630	140	1000	200
Св.180 до 250	20	7	29	8	46	12	72	18	115	30	185	40	290	60	460	100	720	160	1150	240

Приложение 3

Предельные погрешности измерения ± Δ lim валов универсальными измерительными средствами

Наименование средств измерения и случаи применения.	Варианты использования	Предельные погрешности измерения мкм, для диапазона размеров, мм.										
		До 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 50	Св 50 до 75	Св. 75 до 100	Св. 100 до125	Св. 125 до150	Св. 150 до 175	Св. 175 до 200	Св. 200 до 225	Св. 225 до 250
Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,05 мм.	*	80	80	80	90	100	100	100	100	100	100	100
Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,02 мм.	*	40	40	40	45	45	45	45	45	50	50	50
Микрометры гладкие (МК) с величиной отсчета 0,01 мм при настройке на нуль по установочной мере.	*	7	8	8	9	10	10	12	12	15	15	15
	**	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10
Скобы индикаторные (СИ) с ценой деления 0,01 мм.	*	10	12	15	15	20	20	20	20	25	40	40
	**	10	10	10	12	12	12	12	12	15	18	18
Микрометры рычажные (МР и МРИ) с ценой деления 0,002 и 0,001 мм. При установке на нуль по установочной мере и скобы рычажные (СР) с ценой деления 0,002 мм при настройке на нуль по концевым мерам длины при использовании на всем пределе измерения.	*	4	4	7	9	12	14	16	18	21	26	26
	**	3	4	4,5	5	5	6	7	7	7	7	7
То же, при настройке на нуль по концевым мерам длины и использовании отсчета на ± 10 делениях шкалы.	**	2	2	3	3	3	3,5	4	4,5	5	4	4

*Примечания: * - при работе приборы находятся в руках;*

*** - при работе приборы находятся в стойке или обеспечивается надежная теплоизоляция от рук.*

Приложение 4

Предельные погрешности измерения ± Δ lim отверстий универсальными измерительными средствами

Наименование средств измерения и случаи применения.	Варианты использования	Используемое перемещение измерительного стержня, мм.	Предельные погрешности измерения, мкм. для диапазона размеров, мм.			
			Св. 3 до 18	Св 18 до 50	Св. 50 до 120	Св 120 до 250
Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,01 мм.	*		150	150	170	200
Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,05 мм.	*		80	80	90	100
Штангенциркули с отсчетом по нониусу 0,02 мм.	*		40	40	45	50
Нутромеры микрометрические (НМ) с величиной отсчета 0,01 мм.	*				15	20
	**	13			10	15
Нутромеры индикаторные (МИ) с ценой деления отсчетного устройства 0,01 мм.	*	весь расход	15	20	25	25
	**	0,1	10	10	15	15
Нутромеры индикаторные (МИ) при замене отсчетного устройства измерительной головкой с ценой деления 0,001 или 0,002 мм.	*	0,1	4,5	5,5	6,5	7,5
	**	0,03	2,8	3,5	4,5	6,5
Нутромеры с ценой деления отсчетного устройства 0,001 и 0,002 мм.	*	0,1	3,5	5	6	7
	**	0,03	2	3,5	4,5	5,5

*Примечания: * - при работе приборы находятся в руках;*

*** - при работе приборы находятся в стойке или обеспечивается надежная теплоизоляция от рук.*

Приложение 5

Шероховатость поверхности R_a, (мкм) деталей соединений.

<table>
<tr><td rowspan="3">Интервалы размеров, мм.</td><td colspan="14">Шероховатость при квалитете</td></tr>
<tr><td colspan="2">5</td><td colspan="2">6</td><td colspan="2">7</td><td colspan="2">8</td><td colspan="2">9*</td><td colspan="2">10*</td><td colspan="2">11, 12*</td></tr>
<tr><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td><td>вал</td><td>отв.</td></tr>
<tr><td>От 3 до 6</td><td rowspan="3">0,4 – 0,2</td><td rowspan="4">0,8 – 0,4</td><td rowspan="2">0,4 – 0,2</td><td rowspan="2">0,8 – 0,4</td><td rowspan="4">0,8 – 0,4</td><td rowspan="4">1,6 – 0,8</td><td rowspan="2">0,8 – 0,4</td><td rowspan="2">1,6 – 0,8</td><td rowspan="2">1,6 – 0,8</td><td rowspan="2">3,2 – 1,6</td><td rowspan="2">3,2 – 1,6</td><td rowspan="2">6,3 – 3,2</td><td rowspan="3">12,5 – 6,3</td><td rowspan="7">25 – 12,5</td></tr>
<tr><td>Св. 6 до 10</td></tr>
<tr><td>Св. 10 до 18</td><td rowspan="3">0,8 – 0,4</td><td rowspan="4">1,6 – 0,8</td></tr>
<tr><td>Св. 18 до 30</td><td rowspan="4">0,8 – 0,4</td><td rowspan="5">1,6 – 0,8</td></tr>
<tr><td>Св. 30 до 50</td><td rowspan="5">0,8 – 0,4</td><td rowspan="5">1,6 – 0,8</td><td rowspan="5">3,2 – 1,6</td><td rowspan="5">3,2 – 1,6</td><td rowspan="5">6,3 – 3,2</td><td rowspan="5">6,3 – 3,2</td><td rowspan="5">12,5 – 6,3</td></tr>
<tr><td>Св. 50 до 80</td><td rowspan="4">1,6 – 0,8</td><td rowspan="4">3,2 – 1,6</td></tr>
<tr><td>Св. 80 до 120</td></tr>
<tr><td>Св. 120 до 180</td><td rowspan="2">1,6 – 0,8</td><td rowspan="2">3,2 – 1,6</td><td rowspan="2">25 – 12,5</td></tr>
<tr><td>Св. 180 до 250</td></tr>
</table>

** При значении шероховатости поверхности, начиная с Ra ≥ 6,3 рекомендуется переходить на параметр Rz.*
Так Ra 6,3 соответствуют Rz 12,5; . Ra 12,5 - Rz 25; Ra 25 - Rz 50.