

**Министерство образования Самарской области
государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Самарской области
«Самарский машиностроительный колледж»**

СОГЛАСОВАНО:

Акт согласования с работодателями
образовательной программы от
«___» _____ 20__

УТВЕРЖДАЮ:

Директор колледжа
_____ Хабибулин А.Т.
«___» _____ 20__

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению практических работ
для студентов -заочников
специальность 15.02.16 – Технология машиностроения**

Дисциплина ОП.04 Метрология, стандартизация и сертификация

Номер регистрации _____

Самара, 2026

Разработчик:

ГБПОУ «Самарский машиностроительный колледж»,

Преподаватель Жукова Наталья Николаевна

Рекомендовано:

Предметно-цикловой комиссией (ПЦК)

специальностей 15.02.16; 15.01.36 и 22.02.04

Председатель ПЦК

_____ А.А Мерхайдарова

протокол № ___ от

« ___ » _____ 20___ г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Требования к выполнению и оформлению практических работ	7
Практическая работа 1	
Выбор параметров и линейных размеров по рядам предпочтительных чисел и нормальных линейных размеров.....	8
Практическая работа 2	
Расчет зазоров и натягов в соединениях.....	30
Практическое занятие 3	
Выбор средств измерения в соответствии с требуемой точностью изготовления размеров.....	50
Библиография	67

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине ОП.04 «Метрология, стандартизация и сертификация» разработаны для студентов заочной формы обучения на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) по специальности 15.02.16 – Технология машиностроения, утвержденного приказом Минпросвещения от 14.07.2022 г. № 444 и рабочей программы дисциплины.

Методические указания являются частью учебно – методического комплекса дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификации» по специальности 15.02.16 – Технология машиностроения.

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификации» является базовой дисциплиной специальности и отражает необходимые изменения, продиктованные современностью. В требованиях ФГОС по данной специальности обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- использовать основные положения стандартизации, метрологии и подтверждения соответствия в производственной деятельности;
- оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;
- находить соотношение между единицами различных систем;
- определять метрологические характеристики средств измерений;
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи или проблемы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;

- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
 - определять задачи для поиска информации;
 - определять необходимые источники информации;
 - планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию;
 - выделять наиболее значимое в перечне информации;
 - оценивать практическую значимость результатов поиска
 - оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;
 - использовать современное программное обеспечение;
 - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач;
 - применять современную научную профессиональную терминологию
- определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования.

Обучающийся, выполняя практические задания реализует следующие цели:

- обобщение, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализуя единство интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие аналитических и логических навыков и умений для будущей специальности;
- выработка при решении поставленных задач профессиональных качеств: самостоятельности, ответственности, точности исполнения, творческой инициативы.

В соответствии с дидактической целью содержанием практических занятий

по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» является решение различных производственных задач, направленных на закрепление и понимание профессиональных компетенций.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Практические работы выполняются на листах формата А 4 бумаги для принтеров. Каждая работа должна быть в отдельном файле. Работы брошюруются в папку с титульным листом к практическим работам.

2. Индивидуальный вариант практических работ студента должен соответствовать номеру списка фамилий в журнале и указываться в каждой работе.

3. Практические работы оформляются в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД Общие требования к текстовым документам ГОСТ Р 105 – 2019. При возвращении практической работы студент должен ознакомиться с ошибками и выполнить указания преподавателя. Работа принимается к защите при условии правильного выполнения.

4. Выполнение практической работы оценивается по пяти бальной шкале. Оценка складывается на основании проверки следующих критериев:

- правильность выполнения работы;
- оформление в соответствии с требованиями стандарта ЕСКД

ГОСТ Р 105 – 2019;

- срок сдачи;
- защита.

5. Практическая работа, выполненная небрежно или не по своему варианту возвращается без проверки.

6. Студент, не выполнивший практические работы по дисциплине, к экзамену не допускается.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

Выбор параметров и линейных размеров по рядам предпочтительных чисел и нормальных линейных размеров

1 Цель занятия

1.1. Ознакомиться с понятием «предпочтительные числа», «ряды предпочтительных чисел», «нормальные размеры», «ряды нормальных линейных размеров».

1.2. Выбрать параметры и линейные размеры по исходным данным соответствующего варианта.

1.3. Сформировать компетенцию:

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

2 Разделы, темы рабочей программы, которые необходимо знать при выполнении работы и сдаче отчетов по практическому занятию

Тема 2 Методы стандартизации

3 Краткие теоретические сведения

Предпочтительные числа, ряды предпочтительных чисел, линейные размеры, ряды нормальных линейных размеров

Ряды предпочтительных чисел (в технике) — это упорядоченная последовательность чисел, предназначенная для унификации значений технических параметров.

Предпочтительные числа представляют собой округленные значения членов ряда данной прогрессии.

Ряды предпочтительных чисел создаются на основе числовых последовательностей. Это могут быть:

- **арифметическая прогрессия**, например, шкала обычной линейки: 0 — 5 — 10 — 15 — ... с постоянным членом ряда (разность между последующими и предыдущими значениями), равным 5;
- **геометрическая прогрессия**, например, количество листов в тетрадях разных объёмов: 12 — 24 — 48 — 96, то есть ряд со знаменателем прогрессии $Q=2$;

Арифметическим рядам свойственна *относительная* неравномерность расположения соседних членов: старшие члены ряда расположены относительно ближе, чем младшие. У геометрических прогрессий этот недостаток отсутствует, и поэтому они применяются чаще. Наиболее распространены геометрические прогрессии со знаменателем

$$Q = \sqrt[R]{10}, \tag{1}$$

где $R = 5, 10, 20, 40, 80$ и $160, 320$.

Значение R определяет число членов прогрессии в одном десятичном интервале.

Предпочтительные числа представляют собой округленные значения членов ряда данной прогрессии.

Члены прогрессии, расположенные в интервале от 1,00 до 10,00 составляют исходный ряд.

Ряды предпочтительных чисел не ограничиваются в обоих направлениях, при этом предпочтительные числа менее 1 и более 10 получают делением или умножением членов исходного ряда на число 10, 100, 1000 и т.д.

Более редкий ряд всегда является предпочтительным по отношению к более частому. Значения часто используемых первых четырех рядов в порядке их предпочтения:

- R5: 1 — 1,6 — 2,5 — 4 — 6,3;
- R10: 1 — 1,25 — 1,6 — 2 — 2,5 — 3,15 — 4 — 5 — 6,3 — 8;
- R20: 1 — 1,12 — 1,25 — 1,4 — 1,6 — 1,8 — 2 — 2,24 — 2,5 — 2,8 — 3,15 — 3,55 — 4 — 4,5 — 5 — 5,6 — 6,3 — 7,1 — 8 — 9.
- R40: 1,06 — 1,18 — 1,32 — 1,5 — 1,7 — 1,9 — 2,12 — 2,36 — 2,65 — 3 — 3,35 — 3,75 — 4,25 — 4,75 — 5,3 — 6 — 6,7 — 7,5 — 8,5 — 9,5

Ряды предпочтительных чисел широко применяются в технике. Так, на основе рядов предпочтительных чисел разработаны ряды нормальных линейных размеров

(ГОСТ 6636-69). Они обозначаются как Ra5, Ra10, Ra20, Ra40 и имеют большую степень округления (порядка 5 %). Применение этих рядов позволяет:

- унифицировать посадочные размеры деталей (как следствие, например, в серийном производстве сокращается количество типоразмеров деталей, необходимых для комплектации разных изделий);
- использовать типовой сортамент и заготовки (листы, трубы, круги, проволока и т. д.);
- использовать типовой инструмент (свёрла, фрезы и т. д.).

Нормальные линейные размеры – это стандартизованные размеры, рекомендуемые для использования в машиностроении и других отраслях промышленности

4 Задания

4.1. По заданному ряду предпочтительных чисел, соответствующему заданному варианту, выбрать значения параметра V – объема резервуара в виде цилиндра в заданном диапазоне, найти знаменатель этого ряда, найти знаменатель ряда диаметров, лежащих в основании цилиндров, заказать ряд предпочтительных чисел для диаметров и найти стандартные значения параметра.

Зависимость, определяющая связь параметров, имеет вид:

$$V = \pi D^2 / 4 \times H, \quad (2)$$

где V – объем резервуара, м^3 ;

$$\pi = 3,14;$$

D – диаметр основания резервуара, м ;

H – высота резервуара, м .

Исходные данные приведены в таблице 1 по вариантам

Таблица 1 – Исходные данные

№ варианта	Ряд и диапазон параметра $V, \text{м}^3$	Значение параметра $H, \text{м}$
1	R5/2(100....1600)	5
2	R10/3(100....3200)	5
3	R10/3(100...3200)	10
4	R20/3(100....1600)	5
5	R20/3(100...2800)	10
6	R20/5(100...5000)	5
7	R20/6(100...5000)	10
8	R40/2(100...2500)	5
9	R40/3(100...2800)	5
10	R40/3(100....2800)	10
11	R5/2(100....6300)	10
12	R5/3(100...10000)	5
13	R5/3(100...10000)	10
14	R10/2(100....1600)	5

15	R10/2(100...1600)	10
16	R10/4(100... 10000)	5
17	R10/4(100... 10000)	10
18	R20/2(100...1000)	20
19	R20/2(100...1000)	10
20	R20/3(100... 8000)	20
21	R20/3(100... 8000)	20
22	R20/5(100... 10000)	16
23	R20/5(100... 10000)	20
24	R20/5(100... 10000)	20
25	R40/5(100... 3200)	5
26	R40/5(100... 3200)	10
27	R40/5(100... 3200)	16
28	R40/5(100... 3200)	20
29	R40/4(100... 2500)	5
30	R20/3(100... 8000)	15
31	R5/2(100... 2800)	15
32	R10/3(100... 3200)	15

Результаты расчета свести в таблицу 2

Сформулировать заключение

Таблица 2 – Результаты расчета

Обозначение параметра	Обозначение ряда	Знаменатель ряда	Значение параметров V и D
V			
D			

4.2. В процессе проектирования вала рассчитаны диаметр и длина вала. Назначить номинальные размеры его диаметра и длины по рядам нормальных линейных размеров: Ra5; Ra10; Ra20; Ra40 и дополнительному ряду. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 3

Таблица 3 – Исходные данные

№ варианта	Параметры, мм	
	D	L
1	5,8	13,1
2	7,3	15,6
3	9,4	25,6
4	10,7	30,4
5	11,8	35,7
6	13,9	39,1
7	14,4	42,6
8	15,3	55,6
9	16,6	67,4
10	17,8	74,8
11	20,8	75,6
12	22,5	83,6
13	24,9	87,4
14	27,6	91,3
15	29,8	98,9
16	31,2	104,5
17	34,7	108,8
18	38,1	132,1
19	41,4	144,5
20	46,1	98,5
21	49,6	170,8
22	55,3	190,1
23	58,8	187,9
24	61,4	204,8

25	68,5	206,5
26	70,3	210,3
27	76,4	215,1
28	80,3	220,5
29	84,5	222,1
30	90,4	223,4
31	92,8	229,9
32	98,4	229,5

Результаты выбора значений диаметров и длин вала записать в таблицу 4

Таблица 4 – Выбранные значения диаметров и длин вала

Параметр	Значение параметра по расчетам	Значение параметра по рядам					Оптимальное значение	Оптимальный ряд
		R a5	R a10	R a20	R a40	Доп. ряд		
D								
L								

Сформулировать заключение.

5 Пример выбора объемов резервуаров в виде цилиндра и диаметров, лежащих в основаниях этих резервуаров, по рядам предпочтительных чисел

5.1. По заданному варианту находятся все значения ряда в заданном диапазоне

по таблице 5

№варианта	Ряд и диапазон параметра V, м ³	Значение параметра H, м
32	R10/3(100...3200)	15

R10/3 (100; 200; 400;800;1600;3200.)

5.2.Находится знаменатель ряда (для нахождения знаменателя ряда достаточно разделить значение второго члена ряда на значение первого члена)

$$Q = 200/100 = 2$$

Таблица 5 – Ряды предпочтительных чисел и мантиисы логарифмов в диапазоне от 1 до 10

Основные ряды				Дополнительные ряды		Мантиисы логарифмов
R5	R10	R20	R40	R80	R160	
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,000	0
					1,015	
				1,03	1,030	
					1,045	
			1,06	1,06	1,060	023
					1,075	
				1,09	1,090	
					1,105	
		1,12	1,12	1,12	1,120	050
					1,135	
				1,15	1,150	

					1,165	
			1,18	1,18	1,180	075
					1,190	
				1,22	1,220	
					1,230	
	1,25	1,25	1,25	1,25	1,250	100
					1.265	
				1,28	1,280	
					1,300	
			1,32	1.32	1,320	
					1,340	
				1,36	1.360	
					1,380	
		1,40	1,40	1,40	1,400	150
					1,425	
				1,45	1,450	
					1,475	
			1.50	1,50	1,500	175
					1,525	
				1,55	1,550	
					1,575	
1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,600	200
					1,625	
				1,65	1,650	

					1,675	
			1,70	1,70	1,700	225
					1,725	
				1,75	1,750	
					1,775	
		1,80	1,80	1,80	1,800	250
					1,825	
				1,85	1,850	
					1,875	
			1,90	1,90	1,900	275
					1,925	
				1,95	1,950	
					1,975	
	2.00	2,00	2,00	2,00	2,000	300
					2,030	
				2,06	2,060	
					2,090	
			2,12	2,12	2,120	325
					2,150	
				2,18	2,180	
					2,210	
		2,24	2,24	2,24	2,240	350
					2,270	
				2,30	2,300	

					2,330	
			2,36	2,36	2,360	375
					2,395	
				2,43	2,430	
					2,465	
2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,500	400
					2,540	
				2,58	2,580	
					2,615	
			2,65	2,65	2,650	425
					2,685	
				2,72	2,720	
					2,760	
		2,80	2,80	2,80	2,800	450
					2,850	
				2,90	2,900	
					2,950	
			3,00	3,00	3,000	475
					3,035	
				3,07	3,070	
					3,110	
	3,16	3,16	3,16	3,16	3,160	500
					3,200	
				3,25	3,250	

					3,300	
			3,35	3.35	3,350	525
					3,400	
				3,45	3,450	
					3,500	
		3,55	3,55	3,55	3,550	550
					3,560	
				3,65	3,650	
					3,700	
			3,75	3,75	3,750	575
					3,810	
				3,87	3,870	
					3,935	
4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,000	600
					4,060	
				4,12	4,120	
					4,185	
			4,25	4,25	4,250	625
					4,315	
				4.37	4,370	
					4,440	
		4,50	4,50	4.50	4,500	650
					4,560	
				4,62	4,620	

					4.685	
			4,75	4.75	4,750	675
					4,815	
				4,87	4,870	
					4,930	
	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	700
					5.075	
				5,15	5,150	
					5,225	
			5,30	5,30	5,300	725
					5,375	
				5,46	5,460	
					5,525	
		5,60	5,60	5,60	5,600	750
					5.700	
				5,80	5,800	
					5,900	
			6,00	6.00	6,000	775
					6,075	
				6,15	6,150	
					6,225	
6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,300	800
					6.400	
				6.50	6,500	

					6.600	
			6,70	6.70	6,700	825
					6,800	
				6.90	6.900	
					7,000	
		7,10	7,10	7.10	7,100	850
					7.200	
				7,30	7,300	
					7,400	
			7.50	7.50	7,500	875
					7,625	
				7,75	7,750	
					7,875	
	8,00	8,00	8.00	8,00	8.000	900
					8.125	
				8,25	8,250	
					8.375	
			8.50	8,50	8,500	925
					8,625	
				8,75	8,750	
					8.875	
		9,00	9.00	9,00	9,000	950
					9,125	
				9,25	9,250	

					9.375	
			9,50	9.50	9,500	975
					9,625	
				9.75	9,750	
					9,875	

5.3.Находится приближенное значение диаметра, лежащего в основании цилиндра, объем которого равен ста метрам кубическим.

$$V = (\pi D^2 / 4) \times H$$

Логарифмируется обе части уравнения

$$\text{Lg}V = \text{Lg}\pi + 2\text{Lg}D - \text{Lg}4 + \text{Lg}H$$

$$\text{Lg}D = (\text{Lg}V - \text{Lg}\pi + \text{Lg}4 - \text{Lg}H) / 2$$

$$\text{Lg}D = (\text{Lg}100 - \text{Lg}3,14 + \text{Lg}4 - \text{Lg}15) / 2$$

Используя мантиссы логарифмов, решается уравнение(мантиссы приведены в таблице 5)

$$\text{Lg}D = (2 - 0,500 + 0,600 - 1,175) / 2 = 0,925 / 2 = 0,4625$$

Обратным логарифмированием по таблице 5 находится диаметр

$$D = 3$$

5.4 Находится знаменатель ряда диаметров. лежащих в основании цилиндров

$$QD = \sqrt{QV} \tag{3}$$

$$QD = \sqrt{2} = 1,4142$$

5.5.Находятся три первых расчетных значения ряда диаметров, лежащих в основании цилиндров

$$D_1 = 3$$

$$D_2 = 3 \times 1,4142 = 4,2426$$

$$D_3 = 4,2426 \times 1,4142 = 5,9999$$

5.6. По трем расчетным значениям диаметров подбирается ряд предпочтительных чисел по таблице 5 и выписываются стандартные значения ряда в том количестве параметров, сколько значений параметров ряда объемов

R40/6 (3; 4,25; 6; 8,5; 11,8; 18)

5.7. Заполняется таблица результатов (смотреть таблица 2 в задании)

Таблица 6 – Результаты расчета

Обозначение параметра	Обозначение ряда	Знаменатель ряда	Значение параметров V и D
V	R10/3	2	100; 200; 400; 800; 1600; 3200
D	R40/6	1,4142	3; 4,25; 6; 8,5; 11,8; 18;

6 Пример выбора номинальных размеров (диаметра и длины вала) по рядам нормальных линейных размеров

6.1. Выбираются стандартные значения диаметров и длин вала по таблице 7.

Результаты выбора оформляются в виде таблицы.

Таблица 7 – Ряды нормальных линейных размеров в интервале от 1 до 10

Ряды				Дополнительный ряд
R _a 5	R _a 10	R _a 20	R _a 40	

1,0	1,0	1,0	1,00	
			1,05	
		1,1	1,10	
			1,15	
	1,2	1,2	1,20	
				1,25
			1,30	
				1,35
		1,4	1,40	
				1,45
			1,50	
				1,55
1,6	1,6	1,6	1,60	
				1,65
			1,70	
				1,75
		1,8	1,80	
				1,85
			1,90	
				1,95

R _a 5	R _a 10	R _a 20	R _a 40	Дополнительный ряд
	2,0	2,0	2,00	
				2,05
			2,10	
				2,15
		2,2	2,20	
				2,30
			2,40	
				2,45
2,5	2,5	2,5	2,50	
				2,55
			2,60	
				2,70
		2,8	2,80	
				2,90
			3,00	
				3,10
	3.2	3.2	3,20	
				3,30

			3,40	
				3,50
		3,6	3,60	
				3,70
			3,80	
				3,90
4,0	4,0	4,0	4,00	
				4,10
			4,20	
				4,40
		4,5	4,50	
				4,60
			4,80	
				4,90
	5,0	5,0	5,00	
				5,20
			5,30	
				5,50
		5,6	5,60	
				5,80

			6.00	
				6,20
6.3	6,3	6,3	6,30	
				6,50
			6.70	7,00
		7.1	7,10	
				7,30
			7,50	
				7,80
	8,0	8,0	8.00	
				8,20
			8,50	
				8,80
		9.0	9.00	
				9.20
			9.50	
				9.80

Таблица 8 – Исходные данные

№ варианта	Параметры, мм	
	D	L
32	98,4	229,5

Диаметр выбирается ближайшим в сторону увеличения расчетного, длина – ближайшее в сторону уменьшения и увеличения.

Таблица 9 – Результаты выбора диаметров и длин валов

Параметр	Значение параметра по расчетам	Значение параметра по рядам					Оптимальное значение	Оптимальный ряд
		R a5	R a10	R a20	R a40	Доп. ряд		
D	98,4	100	100	100	100	125	100	R _a 5
L	229,5	250	250	220	240	230	230	Дополнительный

7 Структура отчета

- 7.1. Номер и наименование практического занятия;
- 7.2. Цель занятия;
- 7.3. Задания;
- 7.4. Выбор объемов резервуара по заданному ряду и выбор ряда диаметров, лежащих в основании резервуаров в виде цилиндра;
- 7.5. Выбор нормальных линейных размеров по расчетным значениям диаметра и длины вала

7.6. Заключение

7.7. Контрольные вопросы

8 Контрольные вопросы

- 8.1. Что называют рядами предпочтительных чисел?
- 8.2. Что представляют собой предпочтительные числа?
- 8.3. Приведите пример арифметической прогрессии.
- 8.4. Приведите пример геометрической прогрессии.
- 8.5. Какой недостаток имеют арифметические прогрессии?
- 8.6. Назовите основные ряды предпочтительных чисел.
- 8.7. Назовите дополнительные ряды предпочтительных чисел.
- 8.8. Какой из двух рядов является предпочтительным: R10 или R20?
- 8.9. Что называют нормальным линейным размером?
- 8.10. Назовите ряды нормальных линейных размеров.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

Расчет зазоров и натягов в соединениях

1 Цель занятия

1.1. Уметь определять характер посадки деталей, систему отверстия и систему вала.

1.2. Научиться правильно читать сборочные чертежи и рабочие чертежи с обозначением посадок и отклонений.

1.3. Научиться пользоваться таблицами допусков и посадок ГОСТ 25347-82.

1.4. Научиться определять предельные отклонения по заданным номинальным размерам и полям допусков, определять вид посадки, рассчитывать предельные зазоры, натяги и допуск посадки.

1.5. Приобрести навыки графического построения полей допусков «вала» и «отверстия», образующих посадку.

1.6. Сформировать компетенции:

ПК 1.5. Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в т.ч. с применением систем автоматизированного проектирования.

2 Разделы, темы рабочей программы, которые необходимо

знать

при выполнении работы и сдаче отчетов по практическому занятию

Тема 2. Методы стандартизации

3 Краткие теоретические сведения

Виды посадок сопрягаемых элементов деталей

Все разнообразные приборы и механизмы состоят из соединяемых деталей. В зависимости от назначения соединения сопрягаемые детали во время работы либо должны совершать какое-нибудь движение или, наоборот,

сохранять полную неподвижность друг относительно друга. Для обеспечения подвижности соединения нужно, чтобы действительный размер охватывающего элемента одной детали (отверстия) был больше действительного размера охватываемого элемента другой детали (вала). Для получения неподвижного соединения нужно, чтобы действительный размер охватываемого элемента одной детали (вала) был больше действительного размера охватывающего элемента другой детали (отверстия).

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия и вала посадка может быть: с зазором, натягом или переходной.

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

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

Переходная посадка – посадка, при которой возможен как зазор, так и натяг (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью).

Схемы полей допусков посадок посадки с зазором, натягом и переходной приведены на рисунке 1,2.

При графическом изображении у переходной посадки схемы поля допусков отверстия и вала перекрываются полностью или частично. Действительные зазоры и натяги являются случайными величинами, поэтому не могут характеризовать посадку. Обозначение посадки на сборочном чертеже можно осуществлять различными способами. Поля допусков линейных размеров указывают на чертежах либо условными (буквенными)

обозначениями, например $\text{Ø}50\text{H}6$, $\text{Ø}32\text{f}7$, $\text{Ø}10\text{g}6$, либо числовыми значениями предельных отклонений.

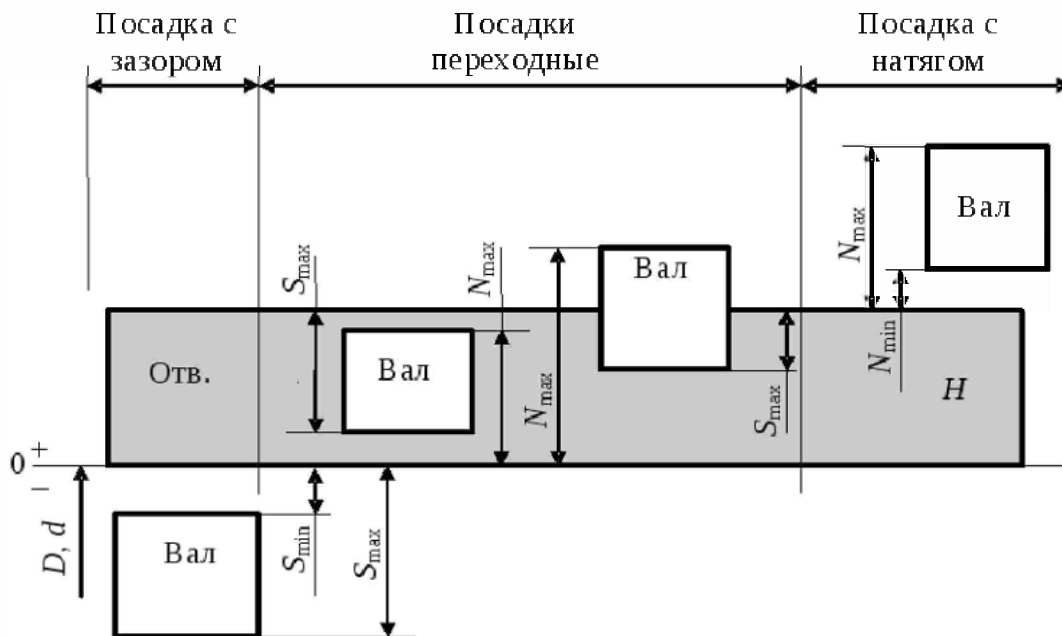


Рис. 1 - Посадки в системе отверстия

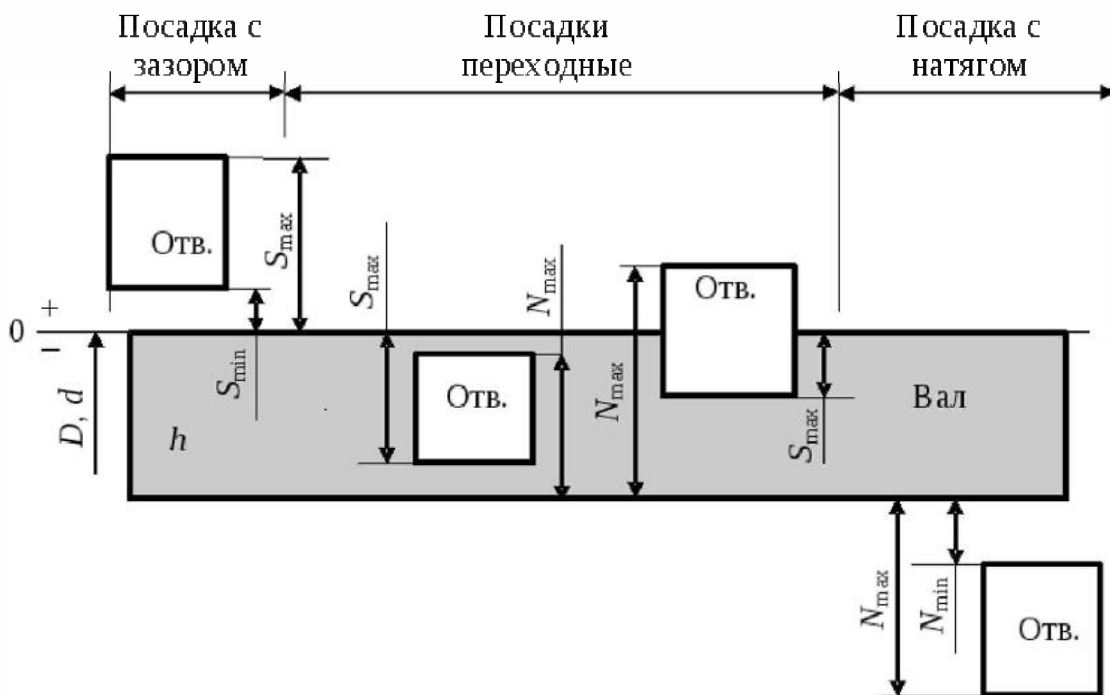


Рис. 2 - Посадки в системе вала

Система отверстия и система вала

Поле допуска определяет величину допуска и его положение относительно номинального размера, а взаимное расположение полей допусков сопрягаемых деталей характеризует тип посадки и величины наибольших и наименьших зазоров или натягов. Посадки могут образовываться как в системе отверстия, так и в системе вала. В качестве основного отклонения принято отклонение, ближайшее к нулевой линии (т. е. оно характеризует минимальное отклонение размера при обработке). В международной системе допусков ИСО также приняты две системы: система отверстия и система вала; расположение поля допуска основной детали – одностороннее, направлено в тело детали. В ИСО установлено 20 квалитетов, которые определяют степень точности обработки. Каждый квалитет характеризуется количеством единиц допуска. Квалитеты обозначаются порядковыми номерами, например 01, 7, 14. В ИСО вне зависимости от допусков установлено 28 основных отклонений, ближайших от нулевой линии. Для валов и отверстий они обозначаются буквами латинского алфавита: прописными (A ... ZC) – для отверстий и строчными (a ... zc) – для валов.

Основное отверстие – отверстие, нижнее отклонение которого равно нулю. Основной вал – вал, верхнее отклонение которого равно нулю. Различают две равноценные системы образования посадок – систему отверстия и систему вала.

Посадки в системе отверстия – это посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных полей допусков валов с полем допуска основного отверстия (рисунок 1). У основного отверстия нижнее отклонение равно нулю и обозначается H. На чертеже такие посадки обозначаются следующим образом: 50H7/k6 и т. д.

Посадки в системе вала – это посадки, в которых различные зазоры и натяги получаются соединением различных полей допусков отверстий с полем допуска основного вала (рисунок 2).

У основного вала верхнее отклонение равно нулю и обозначается h . На чертеже такие посадки обозначаются следующим образом: $50K7/h6$ и т. д.

В промышленности применяются обе системы, но большее распространение имеет система отверстия, поскольку отверстие точно изготовить и изменить значительно труднее и дороже, чем вал того же размер. Обработка валов с разными размерами проще. Так, на одном токарном или шлифовальном станке можно получить разные значения размеров вала. В тех случаях, когда посадку экономически выгоднее получить за счет различных размеров отверстия при постоянном поле допуска вала, применяют систему вала: когда используется цельнотянутый материал в виде прутка или проволоки без последующей дополнительной механической обработки; подшипники качения при посадке в корпус; шпонки призматические и сегментные (шпонка одна, а посадки на вал и втулку разные за счет полей допусков вала и втулки).

Посадки с зазором: в системе отверстия ($\varnothing 20 H7/g6$) и в системе вала ($\varnothing 20 G7/h6$). Первая запись означает, что сопряжение выполнено для номинального диаметра 20 мм, в системе отверстия, т. к. поле допуска отверстия обозначено $H7$ (основное отклонение для H равно нулю и соответствует обозначению основного отверстия, а цифра 7 показывает, что допуск для отверстия надо брать по 7 качеству для интервала размеров свыше 18 до 30 мм, в который попадает размер 20 мм); поле допуска вала $g6$ (основное отклонение g с допуском по 6 качеству).

Вторая запись означает, что сопряжение выполнено для номинального диаметра 20 мм, в системе вала, т. к. поле допуска вала обозначено $h6$ (основное отклонение для h равно нулю и соответствует обозначению

основного вала, а цифра 6 показывает, что допуск для вала надо брать по 6 качеству для интервала размеров свыше 18 до 30 мм, в который попадает размер 20 мм); поле допуска отверстия G7 (основное отклонение G с допуском по 7 качеству).

4 Задание

Индивидуальные варианты задания приведены в таблице 1. Номер варианта индивидуального задания определяется по номеру студента в списке группы.

В соответствии с полученным вариантом задания необходимо:

- определить предельные размеры вала и отверстия;
- определить величину допусков каждой детали;
- найти величину предельных зазоров или натягов и допуск посадки;
- построить схему полей допусков в определенном масштабе, нанести все размеры, отклонения, допуски;
- заполнить итоговую таблицу 2
- сформулировать заключение

Таблица 1 – Индивидуальные задания

Вариант	Номинальный размер	Посадка
1	48	H6/m5
2	23	G7/h6
3	35	H11/d11

4	16	H7/e8
5	18	H7/f7
6	20	H7/s6
7	25	H7/h6
8	16	H7/f7
9	10	H7/r6
10	24	K7/h6
11	30	H6/p6
12	12	H7/k6
13	15	H7/k6
14	40	H8/u8
15	8	H6/g6
16	72	H11/d11
17	8	H7/js6
18	12	P6/h6
19	27	H8/k7
20	52	H8/e8
21	32	H7/f7
22	63	H7/ m6
23	40	H8/n7

24	65	R7/h6
25	31	E9/h8
26	35	F8/h8
27	6	H7/p7
28	14	H8/n7
29	89	H7/f7
30	40	H6/m5
31	42	H7/s6
32	54	H11/h10

5 Пример расчет зазоров и натягов в соединении

5.1. По полученному варианту задания записано условное обозначение посадки $\text{Ø}48\text{H}6/\text{m}6$

5.2 Определение по обозначению номинального размера, системы посадки и характера сопряжения, квалитетов точности отверстия и вала:

- номинальный размер $\text{Ø}48$;
- посадка задана в системе отверстия, т.к. отверстие имеет неизменное поле допуска H с основным отклонением EI= 0, посадка выбирается по валу;
- посадка переходная, т.к. поле допуска с основным отклонением m образует переходную посадку;
- квалитет точности отверстия - IT6
- квалитет точности вала - IT6

5.3 Нахождение отклонений размеров отверстия и вала (смотреть таблицу 2).

$$EI = 0$$

$$ES = +16 \text{ мкм} = +0,016 \text{ мм}$$

$$ei = +9 \text{ мкм} = +0,009 \text{ мм}$$

$$es = +25 \text{ мкм} = +0,025 \text{ мм}$$

5.4 Определение предельных размеров отверстия и вала

$$D_{\max} = D + ES$$

(1)

$$D_{\max} = 48 + 0,016 = 48,016 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = D + EI$$

(2)

$$D_{\min} = 48 + 0 = 48 \text{ мм}$$

$$d_{\max} = d + es$$

(3)

$$d_{\max} = 48 + 0,025 = 48,025 \text{ мм}$$

$$d_{\min} = d + ei$$

(4)

$$d_{\min} = 48 + 0,009 = 48,009 \text{ мм}$$

5.5 Определение величины допусков каждой детали

$$ITD = ES - EI$$

(5)

$$ITD = (+0,016) - 0 = 0,016 \text{ мм}$$

$$ITd = es - ei$$

(6)

$$ITd = (+0,025) - (+0,009) = 0,016 \text{ мм}$$

5.6 Нахождение величины предельных зазоров или натягов и допуска посадки

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

(7)

$$S_{\max} = ES - ei$$

(8)

$$S_{\max} = (+0,016) - (+0,009) = 0,007 \text{ мм}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$$

(9)

$$N_{\max} = es - EI$$

(10)

$$N_{\max} = (+0,025) - 0 = 0,025 \text{ мм}$$

$$IT_{\Pi} = ITD + ITd$$

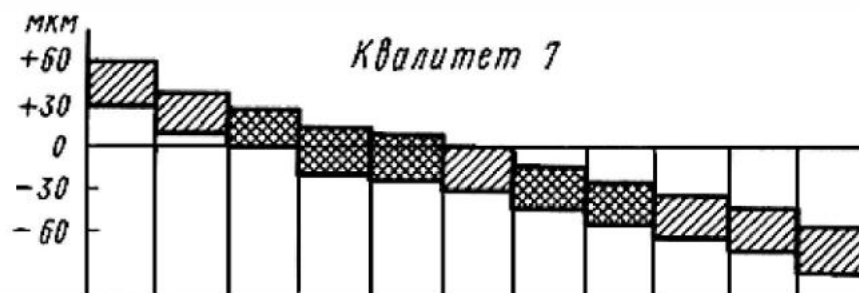
(11)

$$\backslash \quad IT_{\Pi} = 0,016 + 0,016 = 0,032 \text{ мм}$$

Таблица 2 – Отклонения отверстия и вала (ГОСТ 25347-82)

Квалитеты 5 и 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков												
	G5	H5	JS5	K5	M5	N5	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6
	Пред. откл., мкм												
От 1 до 3	+6 +2	+4 0	+2,0 -2,0	0 -4	-2 -6	-4 -8	+8 +2	+6 0	+3,0 -3,0	0 -6	-2 -8	-4 -10	-6 -12
Св. 3 до 6	+9 +4	+5 0	+2,5 -2,5	0 -5	-3 -8	-7 -12	+12 +4	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-1 -9	-5 -13	-9 -17
Св. 6 до 10	+11 +5	+6 0	+3,0 -3,0	+1 -5	-4 -10	-8 -14	+14 +5	+9 0	+4,5 -4,5	+2 -7	-3 -12	-7 -16	-12 -21
Св. 10 до 14	+14 +6	+8 0	+4,0 -4,0	+2 -6	-4 -12	-9 -17	+17 +6	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-4 -15	-9 -20	-15 -26
Св. 14 до 18													
Св. 18 до 24	+16 +7	+9 0	+4,5 -4,5	+1 -8	-5 -14	-12 -21	+20 +7	+13 0	+6,5 -6,5	+2 -11	-4 -17	-11 -24	-18 -31
Св. 24 до 30													
Св. 30 до 40	+20 +9	+11 0	+5,5 -5,5	+2 -9	-5 -16	-13 -24	+25 +9	+16 0	+8,0 -8,0	+3 -13	-4 -20	-12 -28	-21 -37
Св. 40 до 50													
Св. 50 до 65	+23 +10	+13 0	+6,5 -6,5	+3 -10	-6 -19	-15 -28	+29 +10	+19 0	+9,5 -9,5	+4 -15	-5 -24	-4 -33	-26 -45
Св. 65 до 80													
Св. 80 до 100	+27 +12	+15 0	+7,5 -7,5	+2 -13	-8 -23	-18 -33	+34 +12	+22 0	+11,0 -11,0	+4 -18	-6 -28	-16 -38	-30 -52
Св. 100 до 120													
Св. 120 до 140													
Св. 140 до 160	+32 +14	+18 0	+9,0 -9,0	+3 -15	-9 -27	-21 -39	+39 +14	+25 0	+12,5 -12,5	+4 -21	-8 -33	-20 -45	-36 -61
Св. 160 до 180													
Св. 180 до 200													
Св. 200 до 225	+35 +15	+20 0	+10,0 -10,0	+2 -18	-11 -31	-25 -45	+44 +15	+29 0	+14,5 -14,5	+5 -24	-8 -37	-22 -51	-41 -70
Св. 225 до 250													
Св. 250 до 280	+40 +17	+23 0	+11,5 -11,5	+3 -20	-13 -36	-27 -50	+49 +17	+32 0	+16,0 -16,0	+5 -27	-9 -41	-25 -57	-47 -79
Св. 280 до 315													
Св. 315 до 355	+43 +18	+25 0	+12,5 -12,5	+3 -22	-14 -39	-30 -55	+54 +18	+36 0	+18,0 -18,0	+7 -29	-10 -46	-26 -62	-51 -87
Св. 355 до 400													
Св. 400 до 450	+47 +20	+27 0	+13,5 -13,5	+2 -25	-16 -43	-33 -60	+60 +20	+40 0	+20,0 -20,0	+8 -32	-10 -50	-27 -67	-55 -95
Св. 450 до 500													

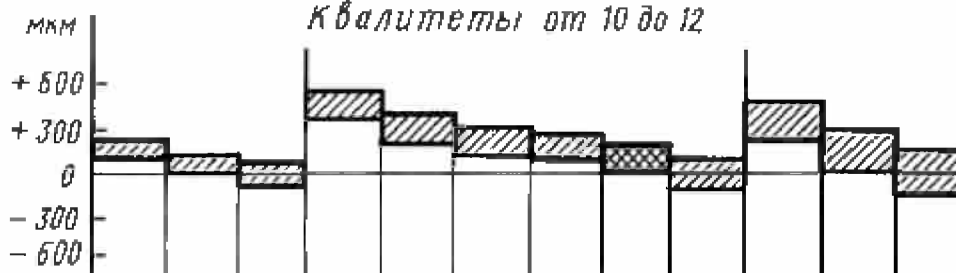


Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Пред. откл., мкм										
От 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-
Св. 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-
Св. 6 до 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-
Св. 10 до 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	-
Св. 14 до 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	-
Св. 18 до 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-
Св. 24 до 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
Св. 30 до 40	+50	+34	+25	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
Св. 40 до 50	+25	+9	0	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-45 -70
Св. 50 до 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
Св. 65 до 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-62	-78	-64 -94
Св. 80 до 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
Св. 100 до 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-73	-93	-91 -126
Св. 120 до 140	+83	+54	+40	+20	+12	0	-12	-28	-48	-77	-107 -147
Св. 140 до 160	+43	+14	0	-20	-28	-40	-52	-68	-88	-117	-119 -159
Св. 160 до 180									-90	-125	-131 -171
Св. 180 до 200									-53	-93	-101 -149
Св. 200 до 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-60	-105	-149 -195
Св. 225 до 250									-63	-113	-163 -209
Св. 250 до 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-109	-159	-179 -225
Св. 280 до 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-67	-123	-198 -250
Св. 315 до 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-74	-138	-198 -247
Св. 355 до 400	+62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-126	-190	-220 -272
Св. 400 до 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-78	-150	-225 -272
Св. 450 до 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-108	-87	-169	-247 -304
									-93	-187	-273 -330
									-150	-244	-307 -370
									-103	-209	-307 -370
									-166	-272	-337 -400
									-109	-229	-337 -400
									-172	-292	-400



Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	D8	E8	F8	H8	JS8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	JS9*
	Пред. откл., мкм													
От 1 до 3	+34 +20	+28 +14	+20 +6	+14 0	+7 -7	0 -14	-	-4 -18	-18 -32	+45 +20	+39 +14	+31 +6	+25 0	+12 -12
Св. 3 до 6	+48 +30	+38 +20	+28 +10	+18 0	+9 -9	+5 -13	+2 -16	-2 -20	-23 -41	+60 +30	+50 +20	+40 +10	+30 0	+15 -15
Св. 6 до 10	+62 +40	+47 +25	+35 +13	+22 0	+11 -11	+6 -16	+1 -21	-3 -25	-28 -50	+76 +40	+61 +25	+49 +13	+36 0	+18 -18
Св. 10 до 14	+77	+59	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
Св. 14 до 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
Св. 18 до 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-41 -74	+117	+92	+72	+52	+26
Св. 24 до 30	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-48 -81	+65	+40	+20	0	-26
Св. 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	-3	-60 -99	+142	+112	+87	+62	+31
Св. 40 до 50	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70 -109	+80	+50	+25	0	-31
Св. 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-87 -133	+174	+134	+104	+74	+37
Св. 65 до 80	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102 -148	+100	+60	+30	0	-37
Св. 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-124 -178	+207	+159	+123	+87	+43
Св. 100 до 120	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-144 -198	+120	+72	+36	0	-43
Св. 120 до 140									-170 -233					
Св. 140 до 160	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-190 -253	+245	+185	+143	+100	+50
Св. 160 до 180	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-210 -273	+145	+85	+43	0	-50
Св. 180 до 200									-236 -308					
Св. 200 до 225	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-258 -330	+285	+215	+165	+115	+57
Св. 225 до 250	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-284 -356	+170	+100	+50	0	-57
Св. 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-315 -396	+320	+240	+186	+130	+65
Св. 280 до 315	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350 -431	+190	+110	+56	0	-65
Св. 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-390 -479	+350	+265	+202	+140	+70
Св. 355 до 400	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435 -524	+210	+125	+62	0	-70
Св. 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-490 -587	+385	+290	+223	+155	+77
Св. 450 до 500	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540 -637	+230	+135	+68	0	-77

Квалитеты от 10 до 12

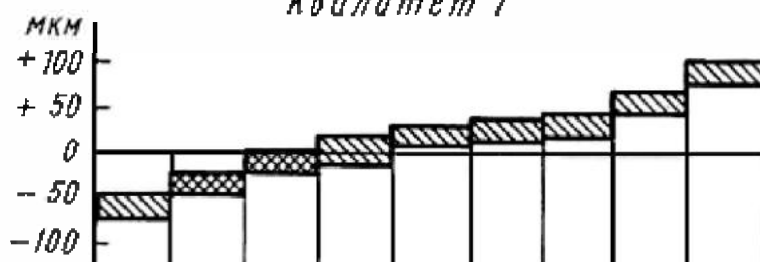


Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	D10	H10	JS10*	A11	B11	C11	D11	H11	JS11*	B12	H12	JS12*
	Пред. откл., мкм											
От 1 до 3	+60	+40	+20	+330	+200	+120	+80	+60	+30	+240	+100	+50
	+20	0	-20	+270	+140	+60	+20	0	-30	+140	0	-50
Св. 3 до 6	+78	+48	+24	+345	+215	+145	+105	+75	+37	+260	+120	+60
	+30	0	-24	+270	+140	+70	+30	0	-37	+140	0	-60
Св. 6 до 10	+98	+58	+29	+370	+240	+170	+130	+90	+45	+300	+150	+75
	+40	0	-29	+280	+150	+80	+40	0	-45	+150	0	-75
Св. 10 до 14	+120	+70	+35	+400	+260	+205	+160	+110	+55	+330	+180	+90
Св. 14 до 18	+50	0	-35	+290	+150	+95	+50	0	-55	+150	0	-90
Св. 18 до 24	+149	+84	+42	+430	+290	+240	+195	+130	+65	+370	+210	+105
Св. 24 до 30	+65	0	-42	+300	+160	+110	+65	0	-65	+160	0	-105
Св. 30 до 40	+180	+100	+50	+470	+330	+280	+240	+160	+80	+420	+250	+125
Св. 40 до 50	+80	0	-50	+310	+170	+120	+80	0	-80	+170	0	-125
				+480	+340	+290	+80	0	-80	+430	0	-125
				+320	+180	+130				+180		
Св. 50 до 65	+220	+120	+60	+530	+380	+330	+290	+190	+95	+490	+300	+150
Св. 65 до 80	+100	0	-60	+340	+190	+140	+100	0	-95	+190	0	-150
				+550	+390	+340	+100	0	-95	+500	0	-150
				+360	+200	+150				+200		
Св. 80 до 100	+260	+140	+70	+600	+440	+390	+340	+220	+110	+570	+350	+175
Св. 100 до 120	+120	0	-70	+380	+220	+170	+120	0	-110	+220	0	-175
				+630	+460	+400	+120	0	-110	+590	0	-175
				+410	+240	+180				+240		
Св. 120 до 140				+710	+510	+450				+660		
				+460	+260	+200				+260		
Св. 140 до 160	+305	+160	+80	+770	+530	+460	+395	+250	+125	+680	+400	+200
Св. 160 до 180	+145	0	-80	+520	+280	+210	+145	0	-125	+280	0	-200
				+830	+560	+480				+710		
				+580	+310	+230				+310		
Св. 180 до 200				+950	+630	+530				+800		
				+660	+340	+240				+340		
Св. 200 до 225	+355	+185	+92	+1030	+670	+550	+460	+290	+145	+840	+460	+230
Св. 225 до 250	+170	0	-92	+740	+380	+260	+170	0	-145	+380	0	-230
				+1110	+710	+570				+880		
				+820	+420	+280				+420		
Св. 250 до 280	+400	+210	+105	+1240	+800	+620	+510	+320	+160	+1000	+520	+260
Св. 280 до 315	+190	0	-105	+920	+480	+300	+190	0	-160	+480	0	-260
				+1370	+860	+650	+190	0	-160	+1060	0	-260
				+1050	+540	+330				+540		
Св. 315 до 355	+440	+230	+115	+1560	+960	+720	+570	+360	+180	+1170	+570	+285
Св. 355 до 400	+210	0	-115	+1200	+600	+360	+210	0	-180	+600	0	-285
				+1710	+1040	+760	+210	0	-180	+1250	0	-285
				+1350	+680	+400				+680		
Св. 400 до 450	+480	+250	+125	+1900	+1160	+840	+630	+400	+200	+1390	+630	+315
Св. 450 до 500	+230	0	-125	+1500	+760	+440	+230	0	-200	+760	0	-315
				+2050	+1240	+880	+230	0	-200	+1470	0	-315
				+1650	+840	+480				+840		

Квалитет 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	г6	г6	h6	js6	к6	п6	п6	р6	г6	з6	т6
	Пред. откл., мкм										
От 1 до 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-
Св. 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-
Св. 6 до 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-
Св. 10 до 14	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-
Св. 14 до 18	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-
Св. 18 до 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-
Св. 24 до 30	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
Св. 30 до 40	-25	-9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
Св. 40 до 50	-41	-25	-16	-8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
Св. 50 до 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
Св. 65 до 80	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
Св. 80 до 100	-36	-12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
Св. 100 до 120	-58	-34	-22	-11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
Св. 120 до 140	-43	-14	0	+12,5	+28	+40	+52	+68	+88 +63	+117 +92	+147 +122
Св. 140 до 160	-68	-39	-25	-12,5	+3	+15	+27	+43	+90 +65	+125 +100	+159 +134
Св. 160 до 180	-50	-15	0	+14,5	+33	+46	+60	+79	+93 +68	+133 +108	+171 +146
Св. 180 до 200	-79	-44	-29	-14,5	+4	+17	+31	+50	+106 +77	+151 +122	+195 +166
Св. 200 до 225	-50	-15	0	+14,5	+33	+46	+60	+79	+109 +80	+159 +130	+209 +180
Св. 225 до 250	-79	-44	-29	-14,5	+4	+17	+31	+50	+113 +84	+169 +140	+225 +196
Св. 250 до 280	-56	-17	0	+16,0	+36	+52	+66	+88	+126 +94	+190 +158	+250 +218
Св. 280 до 315	-88	-49	-32	-16,0	+4	+20	+34	+56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
Св. 315 до 355	-62	-18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144 +108	+226 +190	+304 +268
Св. 355 до 400	-98	-54	-36	-18,0	+4	+21	+37	+62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
Св. 400 до 450	-68	-20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166 +126	+272 +232	+370 +330
Св. 450 до 500	-108	-60	-40	-20,0	+5	+23	+40	+68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Квалитет 7



Интервал размеров, мм	Поля допусков								
	ε7	IT7	k7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Пред. откл., МКМ								
От 1 до 3	-14	-6	0	+5	+10	-	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	-	+4	+14	+18
Св. 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23
Св. 6 до 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28
Св. 10 до 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+45	+51
	-50	-34	-18	-9	+1	+7	+12	+28	+33
Св. 18 до 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
	-61	-41	-21	-10	+2	+8	+15	+35	+41
Св. 24 до 30	-	-	-	-	-	-	-	-	+69
	-	-	-	-	-	-	-	-	+48
Св. 30 до 40	-	-	-	-	-	-	-	-	+85
	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+60
Св. 40 до 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+95
	-	-	-	-	-	-	-	-	+70
Св. 50 до 65	-	-	-	-	-	-	-	-	+83
	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+53	+117
Св. 65 до 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+89	+132
	-	-	-	-	-	-	-	+59	+102
Св. 80 до 100	-	-	-	-	-	-	-	-	+106
	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+71	+159
Св. 100 до 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114	+179
	-	-	-	-	-	-	-	+79	+144
Св. 120 до 140	-	-	-	-	-	-	-	-	+132
	-	-	-	-	-	-	-	+92	+210
Св. 140 до 160	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+140	+230
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+100	+190
Св. 160 до 180	-	-	-	-	-	-	-	-	+148
	-	-	-	-	-	-	-	+108	+250
Св. 180 до 200	-	-	-	-	-	-	-	-	+210
	-	-	-	-	-	-	-	+168	+282
Св. 200 до 225	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+122	+236
Св. 225 до 250	-	-	-	-	-	-	-	-	+176
	-	-	-	-	-	-	-	+130	+304
Св. 250 до 280	-	-	-	-	-	-	-	-	+258
	-	-	-	-	-	-	-	+186	+330
Св. 280 до 315	-	-	-	-	-	-	-	-	+140
	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210	+367
Св. 315 до 355	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+158	+315
	-	-	-	-	-	-	-	+222	+402
Св. 355 до 400	-	-	-	-	-	-	-	-	+170
	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247	+447
Св. 400 до 450	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+190	+390
	-	-	-	-	-	-	-	+265	+492
Св. 450 до 500	-	-	-	-	-	-	-	-	+208
	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+295	+553
Св. 500 до 560	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+232	+490
	-	-	-	-	-	-	-	+315	+603
								+252	+540

Квалитеты от 10 до 12

МММ
+300
0
-300
-600

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	d10	h10	js10*	a11	b11	c11	d11	h11	js11*	b12	h12	js12*
	Пред. откл., МММ											
От 1 до 3	-20 -60	0 -40	+20 -20	-270 -330	-140 -120	-60 -120	-20 -80	0 -60	+30 -30	-140 -240	0 -100	+50 -50
Св. 3 до 6	-30 -78	0 -48	+24 -24	-270 -345	-140 -215	-70 -145	-30 -105	0 -75	+37 -37	-140 -260	0 -120	+60 -60
Св. 6 до 10	-40 -98	0 -58	+29 -29	-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -130	0 -90	+45 -45	-150 -300	0 -150	+75 -75
Св. 10 до 14	-50	0	+35	-290	-150	-95	-50	0	+55	-150	0	+90
Св. 14 до 18	-120	-70	-35	-400	-260	-205	-160	-110	-55	-330	-180	-90
Св. 18 до 24	-65	0	+42	-300	-160	-110	-65	0	+65	-160	0	+105
Св. 24 до 30	-149	-84	-42	-430	-290	-240	-195	-130	-65	-370	-210	-105
Св. 30 до 40	-80	0	+50	-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80	0	+80	-170 -420	0	+125
Св. 40 до 50	-180	-100	-50	-320 -480	-180 -340	-130 -290	-240	-160	-80	-180 -430	-250	-125
Св. 50 до 65	-100	0	+60	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100	0	+95	-190 -490	0	+150
Св. 65 до 80	-220	-120	-60	-360 -550	-200 -390	-150 -340	-290	-190	-95	-200 -500	-300	-150
Св. 80 до 100	-120	0	+70	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120	0	+110	-220 -570	0	+175
Св. 100 до 120	-260	-140	-70	-410 -630	-240 -460	-180 -400	-340	-220	-110	-240 -590	-350	-175
Св. 120 до 140				-460 -710	-260 -510	-200 -450				-260 -660		
Св. 140 до 160	-145	0	+80	-520 -770	-280 -530	-210 -460	-145	0	+125	-280 -680	0	+200
Св. 160 до 180	-305	-160	-80	-580 -830	-310 -560	-230 -480	-395	-250	-125	-310 -710	-400	-200
Св. 180 до 200				-660 -950	-340 -530	-240 -530				-340 -800		
Св. 200 до 225	-170	0	+92	-740 -1030	-380 -670	-260 -550	-170	0	+145	-380 -840	0	+230
Св. 225 до 250	-355	-185	-92	-820 -1110	-420 -710	-280 -570	-460	-290	-145	-420 -880	-460	-230
Св. 250 до 280	-190	0	+105	-920 -1240	-480 -800	-300 -620	-190	0	+160	-480 -1000	0	+260
Св. 280 до 315	-400	-210	-105	-1050 -1370	-540 -860	-330 -650	-510	-320	-160	-540 -1060	-520	-260
Св. 315 до 355	-210	0	+115	-1200 -1560	-600 -960	-360 -720	-210	0	+180	-600 -1170	0	+285
Св. 355 до 400	-440	-230	-115	-1350 -1710	-680 -1040	-400 -760	-570	-360	-180	-680 -1250	-570	-285
Св. 400 до 450	-230	0	+125	-1500 -1900	-760 -1160	-440 -840	-230	0	+200	-760 -1390	0	+315
Св. 450 до 500	-480	-250	-125	-1650 -2050	-840 -1240	-480 -880	-630	-400	-200	-840 -1470	-630	-315

5.7 Построение схемы полей допусков отверстия и вала в определенном масштабе

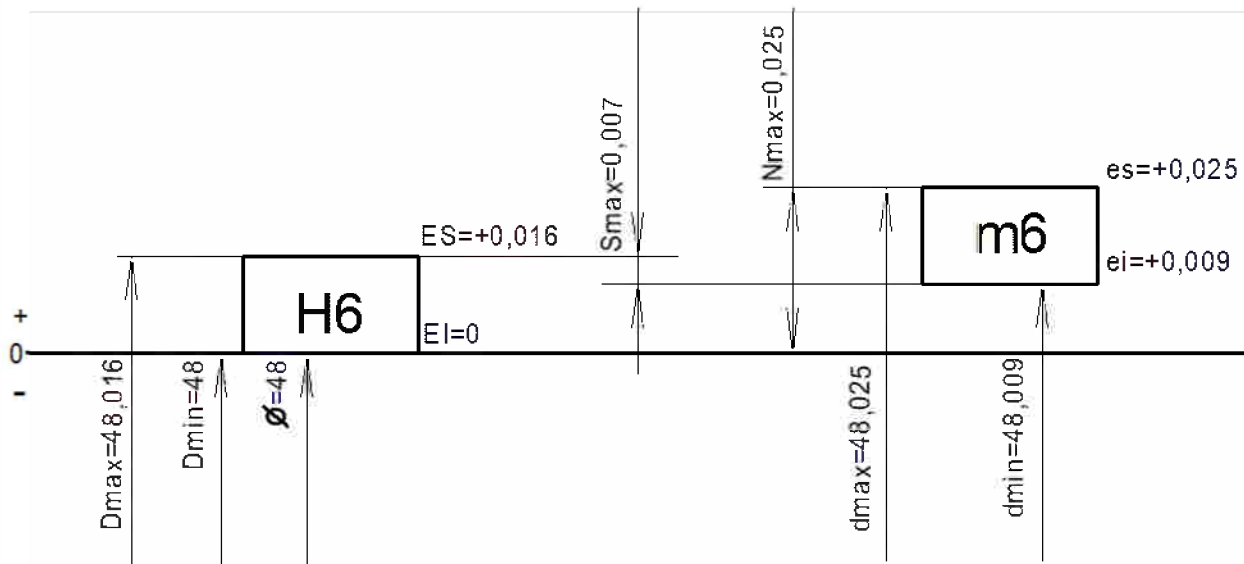


Рисунок 3 – Схема расположения полей допусков посадки $\text{Ø}48\text{H}6/\text{m}6$

Таблица 3 – Результаты расчета

Наименование параметров	Обозначение параметров	Значение параметров в миллиметрах
1 Нижнее отклонение отверстия	EI	0
2 Верхнее отклонение отверстия	ES	+0,016
3 Нижнее отклонение вала	ei	+0,009
4 Верхнее отклонение вала	es	+ 0,025
5 Минимальный предельный размер отверстия	Dmin	48

6 Максимальный предельный размер отверстия	D _{max}	48,016
7 Минимальный предельный размер вала	d _{min}	48,009
8 Максимальный предельный размер вала	d _{max}	48,025
9 Допуск отверстия	ITD	0.016
10 Допуск вала	ITd	0,016
11 Предельный максимальный зазор	S _{max}	0,007
12 Предельный максимальный натяг	N _{max}	0,025
13 Допуск посадки	ITП	0,032

6 Структура отчета

- 6.1.Номер и наименование практического занятия;
- 6.2.Цель занятия;
- 6.3.Задание;
- 6.4.Расчет зазоров и натягов в соединении
- 6.5.Заключение
- 6.6. Контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы

- 7.1. Что называют посадкой, зазором, натягом?
- 7.2. Как подсчитываются предельные зазоры и натяги?
- 7.3. Что такое допуск посадки? Как определяется допуск посадки?
- 7.4. Чем отличаются поле допуска и допуск размера?
- 7.5. Как расположены поля допусков вала и отверстия при посадке с зазором?
- 7.6. Как расположены поля допусков вала и отверстия при посадке с натягом?
- 7.7. Что определяется в переходной посадке?
- 7.8. Какие системы посадок существуют?
- 7.9. Что такое посадки в системе отверстия?
- 7.10. Как образуются посадки в системе отверстия?
- 7.11. Что такое посадки в системе вала?
- 7.12. Как образуются посадки в системе вала?
- 7.13. Преимущество системы отверстия перед системой вала.
- 7.14. Как обозначаются поля допусков основного отверстия и основного вала? Как расположены

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Выбор средств измерения в соответствии с требуемой точностью изготовления размеров

1 Цель занятия

1.1. получить навыки работы с нормативными документами для выбора методов и средств измерений линейных размеров;

1.2 выбрать универсальные измерительные средства и указать их метрологические характеристики в соответствии с требуемой точностью изготовления размеров

2 Разделы, темы рабочей программы, которые необходимо знать при выполнении работы и сдаче отчетов по практическому занятию

Тема 3. Метрология

3 Краткие теоретические сведения

3.1 Условия, определяющие выбор измерительных средств

В отраслях машиностроения и приборостроения, а также при ремонте до 70...80% всех видов измерений составляют линейные измерения. Любой линейный размер может быть измерен различными измерительными средствами, обеспечивающими разную точность измерения. В каждом конкретном случае точность измерения зависит от принципа действия, конструкции и точности изготовления измерительного прибора, а также от условий его настройки и применения.

Требуемая точность измерения может быть получена только при правильном выборе средств, условий и методики измерения, качественной подготовке их к работе и правильному их использованию.

Выбор средств измерения осуществляют с учетом метрологических и экономических факторов. При выполнении производственных измерений в первую очередь учитывают следующие метрологические характеристики приборов: пределы измерений, измерительное усилие, диапазон показаний шкалы, цену деления, чувствительность, погрешность измерения. При этом следует помнить, что показателем точности приборов, измеряющих линейные размеры, является предельная абсолютная погрешность измерения, которая выражается в микрометрах. К экономическим показателям относятся: стоимость и надежность измерительных средств; метод измерения; время, затрачиваемое на установку, настройку и сам процесс измерения; а также необходимая квалификация контролера и оператора.

Выбор средств измерения зависит от характера и массовости производства (годовой программы выпуска).

Например, в массовом производстве с отработанным технологическим процессом, включая контрольные операции, используют высокопроизводительные механизированные и автоматизированные средства измерения и контроля. Универсальные измерительные средства применяются преимущественно для наладки оборудования.

В серийном производстве основными средствами контроля должны быть жесткие предельные калибры, шаблоны, специальные контрольные приспособления. Возможно применение универсальных средств измерения.

В мелкосерийном и индивидуальном производствах основными являются универсальные средства измерения, поскольку другие организационно и экономически применять невыгодно: неэффективно

будут использоваться специальные контрольные приспособления или потребуется большое количество калибров различных типов размеров.

При выборе и назначении средств измерения необходимо одновременно стремиться к более жесткому ограничению действительных размеров предельными размерами, предписанными стандартами.

В практике метрологического обеспечения производства существует правило "средство измерения должно быть оптимальным", т.е. одинаково нецелесообразно назначать излишне точный прибор и прибор с малой точностью. В первом случае это обусловлено экономическими потерями, вызванными использованием более дорогих, как правило, СИ, требующих более дорогих методик и средств их поверки (калибровки). Во втором случае потери будут создаваться более высоким уровнем брака.

Правильность выбора измерительного средства определяется отношением величины погрешности измерения, к величине допуска на обработку в процентах, поскольку действительный размер - это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью.

3.2 Нормальные условия измерений

Реальные условия выполнения линейных измерений, как правило, не совпадают с нормальными условиями, которые должны обеспечиваться с целью исключения дополнительных погрешностей.

Нормальные условия выполнения линейных измерений регламентирует ГОСТ 8.050-73: температура окружающей среды 20° С; атмосферное давление 101324,72Па (760 мм рт.ст.); относительная влажность воздуха 58% и др., по которым приводятся допускаемые от них отклонения.

3.3 Методика выбора средств измерения

Для выбора средств измерения применяют три методики:

3.3.1 Приближенная

Данная методика широко применяется при ориентировочном выборе средств измерения, при проведении метрологического контроля и экспертизы нормативно-технической и конструкторской и технологической документации. Определяется допуск размера детали. Допуск размера детали выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81. Рассчитывается допускаемая погрешность измерения: Допускаемая погрешность измерения принимается 25% от величины допуска на размер.

3.3.2. Расчетная

Данная методика применяется при выборе средств измерения для единичного и мелкосерийного производства, для экспериментальных исследований, для измерения выборки при статистическом методе контроля, для повторной перепроверки деталей, забракованных контрольными автоматами.

2.2.1. Определяется допуск размера детали.

Допуск размера детали выбирается в зависимости от заданного качества точности по ГОСТ 25347-81 и ГОСТ 25346-81.

2.2.2. Определяется расчетная допускаемая погрешность измерения. При расчете по данной методике необходимо пользоваться таблицей процентного соотношения допускаемой погрешности измерения и допусков деталей для различных качеств точности (табл. 1).

Таблица 1 - Процентное соотношение допускаемой погрешности измерения в зависимости от точности объекта измерения

Квалитет точности объекта измерения по ГОСТ 25347-81	Предельная погрешность измерения, % от допуска
Валы 5-го квалитета	35
Отверстия и валы 6-го и 7-го квалитетов Отверстия 5-го квалитета	30
Отверстия 8-го и 9-го квалитетов Валы 8-го квалитета	25
Отверстия 10-16-го квалитетов Валы 9-16-го квалитетов	20

В соответствии с табл. 1, определяют расчетную допускаемую погрешность измерения из выражения

$$\frac{\delta_{\text{изм. расч.}}}{T_{\text{дет}}} \leq 100\% \leq \text{табличной величины} \quad (1)$$

В метрологическую карту заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

3.3.3. Табличная

Табличная методика рекомендуется для выбора средств измерения при серийном, крупносерийном и массовом производстве, если предусмотрены измерения, а не контроль с применением калибров.

Определяется допуск размера детали.

Определяется допускаемая погрешность измерения.

В метрологическую карту заносятся метрологические характеристики выбранного средства измерения.

Следует помнить, что наименования средств измерений выбираются из специальных таблиц предельных погрешностей измерений РД 50-98-86.

3.4 Выбор метода измерений

Выбранное средство измерений линейных размеров, его конструкция определяют метод измерений. Метод измерений представляет собой прием или совокупность приемов применения средств измерений и характеризуется совокупностью тех физических явлений, на которых основаны измерения.

По способу получения и характеру результатов измерения разделяют соответственно на прямые, косвенные, абсолютные и относительные. Данные виды измерений линейных размеров представлены в табл.2.

Таблица 2 - Виды измерений линейных величин

Измерение	Определение	Примеры измерения
Прямое	Измерение, при котором искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных	Измерение глубины линейкой, глубиномера, штангенциркуля; диаметра вала - микрометром
Косвенное	Измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подверженными	Измерение среднего диаметра методом трех проволок, устанавливаемых во впадины резьбы

	прямым измерениям	
Абсолютное	Измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант	Измерение линейных размеров штангенциркулем, микрометром, глубиномером, на инструментальном микроскопе и т.д.
Относительное	Измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную	Измерение диаметра отверстия индикаторным нутромером, настроенным по концевым мерам; диаметра вала – рычажной скобой

В производственных условиях наиболее широко применяются методы прямых измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

При методе непосредственной оценки значение измеряемой величины получают непосредственно по отсчетному устройству средства измерений, например штангенциркуля, микрометра и т.д. Кроме того, этот метод по характеру результата измерений является абсолютным, так как весь измеряемый параметр фиксируется непосредственно средством измерения. Метод прост, не требует особых действий оператора и дополнительных вычислений. Особое внимание при измерениях этим методом уделяется используемым средствам измерений, так как они служат основными источниками погрешности измерений. Это обуславливает необходимость тщательного выбора средств измерений, обеспечивающих высокую точность.

При методе сравнения с мерой измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. В литературе этот метод называется также

относительным, так как средство измерения фиксирует лишь отклонение параметра от установочного значения. Метод используют при проведении более точных измерений. Погрешность метода характеризуется в основном погрешностью используемой высокоточной меры.

Мера - средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. Примерами используемых мер являются плоскопараллельные концевые меры и штриховые меры. Метод сравнения с мерой при линейных измерениях реализуется в следующих разновидностях, среди которых различают:

- дифференциальный метод;
- метод совпадений.

Дифференциальный (нулевой) метод измерений - метод сравнения с мерой, в котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. Так, диаметр отверстия измеряют индикаторным нутромером, предварительно настроенным на размер с помощью концевых мер длины. Наружные размеры измеряют рычажными и индикаторными скобами. Рычажные скобы имеют большую жесткость по сравнению с индикаторными и как следствие меньшую предельную погрешность измерения.

Метод совпадений - метод сравнения с мерой, в котором значение измеряемой величины оценивают, используя совпадение ее с величиной, воспроизводимой мерой (т. е. с фиксированной отметкой на шкале физической величины). К примеру, при измерении длины штангенциркулем, наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса.

Если рассмотренные методы прямых измерений не позволяют решить измерительную задачу, прибегают к косвенным измерениям, что значительно расширяет диапазон измеряемых величин и возможности измерений.

4 Задание

4.1. Освоить табличную методику выбора универсальных измерительных средств, которая рекомендуется для серийного, крупносерийного и массового производства.

4.2. По чертежу детали (смотреть рис.1) определить заданные контролируемые размеры согласно своего варианта (табл.3)

4.3. Выбрать средства измерения, пользуясь таблицей 6 и 7, заполнить метрологическую карту (смотреть табл. 5)

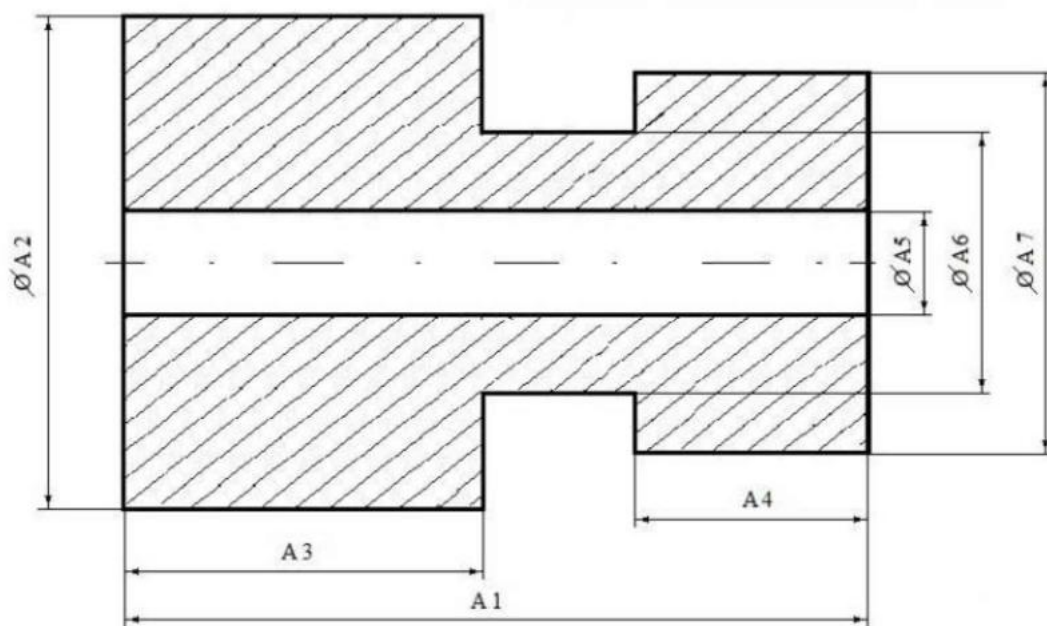


Рисунок 1 - Чертеж детали

Таблица 3 – Варианты задания

Номер варианта	Контролируемые параметры детали						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
1,11,21,31	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	40a11	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5H9	32h12	34h8

2,12,22,32	$130 \pm \frac{IT15}{2}$	39,5h9	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	18,5D10	32h12	34h8
3,13,23	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42h9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5D10	34h12	36h8
4,14,24	$140 \pm \frac{IT15}{2}$	42h9	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5D10	34h12	36h8
5,15,25	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	43,5h9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	22,5D10	36h12	38u8
6,16,26	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	43,5h9	$40 \pm \frac{IT14}{2}$	$40,5 \pm \frac{IT14}{2}$	20,5Js10	36js10	38u8
7,17,27	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	24,5Js10	38h12	40h8
8,18,28,	$160 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$45 \pm \frac{IT14}{2}$	$35 \pm \frac{IT14}{2}$	24,5Js10	38h12	40h8
9,19,29	$170 \pm \frac{IT15}{2}$	46u8	$50 \pm \frac{IT14}{2}$	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	26,5D10	40h12	42u8
10,20,30	$180 \pm \frac{IT15}{2}$	655h8	$75 \pm \frac{IT14}{2}$	$20 \pm \frac{IT14}{2}$	40H9	60h12	50h8

5 Пример выполнения работы

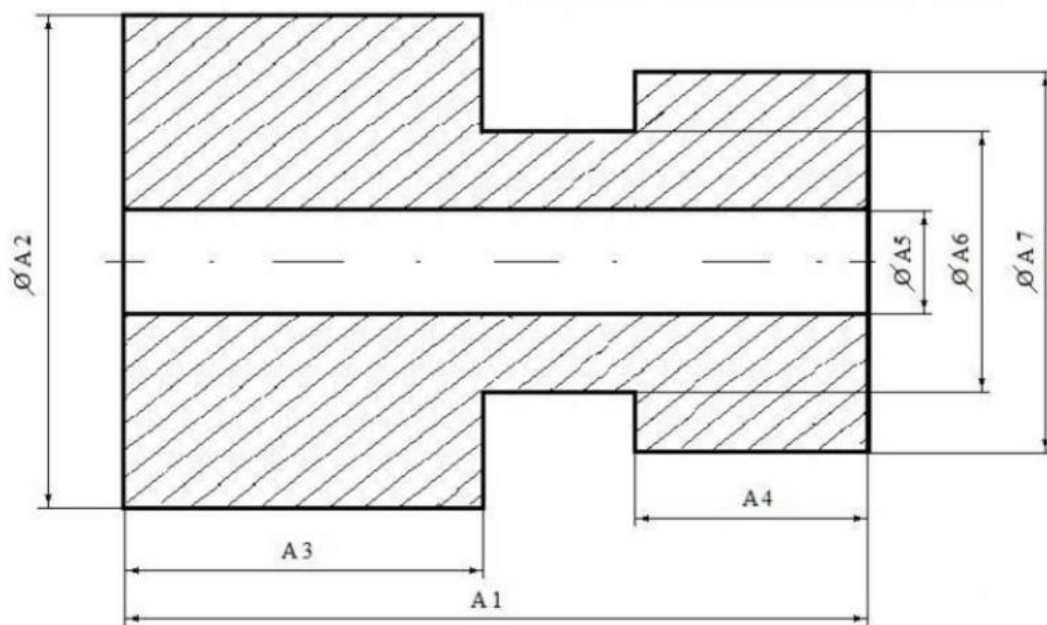


Рисунок 2 - Чертеж детали

Таблица 4- Вариант задания

Номер варианта	Контролируемые параметры детали						
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7
0	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	50p11	$55 \pm \frac{IT14}{2}$	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	20H9	40h12	35h7

Таблица 5 - Метрологическая карта

Контролируемые параметры детали	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇
Характеристика объекта измерения							
Тип элемента детали	вал	вал	вал	вал	отверстие	вал	вал
Условное обозначение	d	d	d	d	D	d	d
Обозначение на чертеже	$150 \pm \frac{IT15}{2}$	50p11	$55 \pm \frac{IT14}{2}$	$30 \pm \frac{IT14}{2}$	25H9	40h12	35h7
Номинальный размер	150	50	55	30	25	40	35
Квалитет	15	11	14	14	9	12	7
Допуск, мкм	1600	160	740	520	52	250	25
Допустимая погрешность измерения, мкм	320	40	160	120	12	50	7
Предельная допустимая погрешность средства измерения	320	40	160	120	12	50	7
Метрологические характеристики СИ							
Вид СИ	ЦЩ	ЩЩ	ЩЩ	ЩЩ	НИ 1 кл.	ЦЩ	СИ
Интервал измеряемых размеров, мм	120 - 180	10 - 50	50 - 80	10 - 50	10 - 50	10 - 50	10 - 50
Предельная погрешность СИ, мкм	190	40	150	80	8	40	7
Предел измерения, мм	0 - 160	0 - 250	0 - 125	0 - 160	18 - 50	0 - 250	0 - 50
Цена деления шкалы, мм	0,1	0,02	0,1	0,05	0,01	0,02	0,1
Метод измерения	непосредственной оценки	непосредственной оценки	непосредственной оценки	непосредственной оценки	сравнения с мерой	непосредственной оцен.	Сравнения с мерой

Таблица 6 - Допустимые отклонения линейных размеров до 500 мм по ГОСТ 8.051-81, мкм и допустимые погрешности средств измерения

Интервалы номинальных размеров, мкм	Для квалитетов													
	2-го		3-го		4-го		5-го		6-го		7-го		8-го	
	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ
До 3	1,2	0,4	2,0	0,8	3,0	1,0	4,0	1,4	6,0	1,8	10	3,0	14	3,0
Св. 3 до 6	1,5	0,6	2,5	1,0	4,0	1,4	5,0	1,6	8,0	2,0	12	3,0	18	4,0
Св. 6 до 10	1,5	0,6	2,5	1,0	4,0	1,4	6,0	2,0	9,0	2,0	15	4,0	22	5,0
Св. 10 до 18	2,0	0,8	3,0	1,2	5,0	1,6	8,0	2,8	11	3,0	18	5,0	27	7,0
Св. 18 до 30	2,5	1,0	4,0	1,4	6,0	2,0	9,0	3,0	13	4,0	21	6,0	33	8,0
Св. 30 до 50	2,5	1,0	4,0	1,4	7,0	2,4	11	4,0	16	5,0	25	7,0	39	10,0
Св. 50 до 80	3,0	1,2	5,0	1,8	8,0	2,8	13	4,0	19	5,0	30	9,0	46	12,0
Св. 80 до 120	4,0	1,6	6,0	2,0	10	3,3	15	5,0	22	6,0	35	10,0	54	12,0
Св. 120 до 180	5,0	2,0	8,0	2,8	12	4,0	18	6,0	25	7,0	40	12,0	63	16,0
Св. 180 до 250	7,0	2,8	10	4,0	14	5,0	20	7,0	29	8,0	46	12,0	72	18,0
Св. 250 до 315	8,0	3,0	12	4,0	16	5,0	23	8,0	32	10,0	52	14,0	81	20,0
Св. 315 до 400	9,0	3,0	13	5,0	18	6,0	25	9,0	36	10,0	57	16,0	89	24,0
Св. 400 до 500	10,0	4,0	15	5,0	20	6,0	27	9,0	40	12,0	63	18,0	97	26,0

Интервалы номинальных размеров, мкм	Для квалитетов													
	9-го		10-го		11-го		12-го		13-го		14-го		15-го	
	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ	IT	σ
До 3	25	6	40	8	60	1 2	10 0	20	14 0	30	250	50	400	80
Св. 3 до 6	30	8	48	1	75	1	12	30	18	40	300	50	480	10

				0		6	0		0					0
Св. 6 до 10	36	9	58	1 2	90	1 8	15 0	30	22 0	50	360	80	580	12 0
Св. 10 до 18	43	1 0	70	1 4	11 0	3 0	18 0	40	27 0	60	430	90	700	14 0
Св. 18 до 30	52	1 2	84	1 8	13 0	3 0	21 0	50	33 0	70	520	12 0	840	18 0
Св. 30 до 50	62	1 6	10 0	2 0	16 0	4 0	25 0	50	39 0	80	620	14 0	100 0	20 0
Св. 50 до 80	74	1 8	12 0	3 0	19 0	4 0	30 0	60	46 0	10 0	740	16 0	120 0	24 0
Св. 80 до 120	87	2 0	14 0	3 0	22 0	5 0	35 0	70	54 0	12 0	870	18 0	140 0	28 0
Св. 120 до 180	10 0	3 0	16 0	4 0	25 0	5 0	40 0	80	63 0	14 0	100 0	20 0	160 0	32 0
Св. 180 до 250	11 5	3 0	18 5	4 0	29 0	6 0	46 0	10 0	72 0	16 0	115 0	24 0	185 0	38 0
Св. 250 до 315	13 0	3 0	21 0	5 0	32 0	7 0	52 0	12 0	81 0	18 0	130 0	26 0	210 0	44 0
Св. 315 до 400	14 0	4 0	23 0	5 0	36 0	8 0	57 0	12 0	89 0	18 0	140 0	28 0	230 0	46 0
Св. 400 до 500	15 5	4 0	25 0	5 0	40 0	8 0	63 0	14 0	97 0	20 0	155 0	32 0	250 0	50 0

Таблица 7 - Метрологические характеристики средств измерения

Средство измерений	Условное обознач.	Цена деления шкалы, мкм	Предел измерения, мм	Интервалы измеряемых размеров				
				До 10	10-50	50-80	80-120	120-180
				Предельная погрешность СИ, Δ, мкм				
Штангенинструмент								

Штангенциркуль		0,1	0-125	100	150	150	170	190
(при измерении		0,1	0-160	100	150	150	170	190
вала)	ШЦ	0,05	0-160	80	80	90	100	100
		0,02	0-250	40	40	45	45	45
Штангенциркуль		0,1	0-125	100	150	150	170	190
(при измерении		0,1	0-160	100	150	150	170	190
отверстий)	ШЦ	0,05	0-160	100	80	90	100	100
		0,02	0-250	100	40	45	45	45
Микрометрические инструменты								
Микрометры	МК 0-го кл.	0,01	0-25	4,5	5,5	-	-	-
гладкие	МК 1-го кл	0,01	0-25 и более	7	8	9	10	12
	МК 2-го кл	0,01	0-25 и более	12	13	14	15	18
Микрометрический	МГ 1-го кл	0,01	0-25 и более	14	16	18	22	30
глубиномер	МГ 2-го кл	0,01	0-25 и более	22	25	30	35	45
Микрометрический	МН 1-го кл	0,01	25-75 и более	-	-	18	22	30
нутромер	МН 2-го кл	0,01	50-75 и более	-	-	20	25	30
Рычажно-механические приборы								
Скоба индикаторная	СИ	0,1	0-50 и более	7	7	7,5	7,5	8
Скоба рычажная	СР 0-го кл.	0,002	0-25 и более	3	3	3,5	3,5	4
	СР 1-го кл	0,002	0-25 и более	3	3,5	4	4,5	5
Микрометры	МР	0,02	0-25	3	4	-	-	-
рычажные	МРИ	0,02	100... 125	-	-	-	-	5

Нутромер индикаторный с измерит. головкой типа ИГ	НИ	0,001	3-6	3	3	-	-	-
			6-10	-	-	-	-	-
			10-18	-	-	-	-	-
Нутромер индикаторный с измерит. головкой типа 2ИГ	НИ	0,002	18-50	3,5	4	4	-	-
Нутромер индикаторный с измерит. головкой типа ИЧ	НИ 0 кл.	0,01	18-50	5,5	5,5	-	-	-
	НИ 1 кл.	0,01	18-50	8	8	-	-	-
	ГИ 0 кл.	0,01		11	11	12	12	13
	ГИ 1 кл.	0,01		16	16	17	17	18

Заключение

Освоена табличная методика выбора универсальных измерительных средств, которая рекомендуется для серийного, крупносерийного и массового производства, по чертежу детали определены заданные контролируемые размеры согласно своего варианта, выбраны средства измерения и заполнена метрологическая карта

6 Структура отчета

- 6.1. Номер и наименование практического занятия;
- 6.2. Цель занятия;
- 6.3. Задание;
- 6.4. Метрологическая карта
- 6.5 Заключение
- 6.6 Контрольные вопросы

7 Контрольные вопросы

- 7.1. От чего зависит точность измерения?
- 7.2. Какие факторы необходимо учитывать при выборе средств измерения?
- 7.3. Что является показателем точности средств измерения?
- 7.4. Какие средства измерения применяются в мелкосерийном и индивидуальном производствах?
- 7.5. Какие средства измерения применяются в серийном производстве?
- 7.6. Какие средства измерения применяются в массовом производстве?
- 7.7. Какое правило необходимо использовать при метрологическом обеспечении производства?
- 7.8. Каковы нормальные условия измерений?
- 7.9. Какие методики применяются при выборе средств измерения?
- 7.10. Какие методы измерения Вы знаете?

БИБЛИОГРАФИЯ

1. И.М.Белкин. Допуски и посадки. Москва «Машиностроение» 1992.
2. Г.М.Ганевский, И.И.Гольдин. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. ПрофОбрИздат Москва ИРПО 2001.
3. Димов Ю.В.. Метрология, стандартизация и сертификация. Питер, 2004.
4. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2005.
5. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие. – М.: Логос, 2013.-536с; ил. - с. 304-314.
- 6.ГОСТ 25346-89 ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.
7. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок.
8. ГОСТ Р105 – 2019 ЕСКД Общие требования к текстовым документам