

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Самарской области  
«Тольяттинский социально-экономический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по дисциплине

*ОП. 04 Допуски и технические измерения*

---

основной профессиональной образовательной программы подготовки

*квалифицированных рабочих и служащих*

---

*15.01.37 Слесарь по контрольно- измерительным приборам и автоматике*

---

2024 г.

Составлено в соответствии с требованиями ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы подготовки квалифицированных рабочих по специальности *15.01.37 Слесарь по контрольно- измерительным приборам и автоматике*

Составитель: Староверова Ольга Николаевна

## **Пояснительная записка**

### **Назначение методических указаний**

Настоящий сборник является методическим пособием для проведения практических занятий по программе учебной дисциплины Метрология и технические измерения для профессии *15.01.37 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике* дневной формы обучения. Сборник содержит описание заданий и порядок их выполнения.

Рабочей программой учебной дисциплины Допуски и технические измерения предусмотрено выполнение следующих практических работ:

1. «Определение годности деталей по действительным размерам, предельным размерам и отклонениям».
2. «Расчет допусков и посадок в соединениях».
3. «Измерение размеров деталей штангенциркулем».
4. «Измерение размеров деталей микрометром».

В результате выполнения практических заданий (работ), обучающийся должен уметь:

- контролировать качество выполняемых работ.

знать:

- системы допусков и посадок, точность обработки, качества, классы точности, допуски и отклонения формы и расположения поверхностей.

### **Общие правила выполнения практических заданий**

1. Каждый обучающийся после выполнения задания должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом.
2. Отчет о проделанной работе следует оформить в тетради для практических занятий. Содержание отчета указано в описании выполнения практического задания.
3. Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов.
4. В расчетах обязательно указывать буквенные обозначения величин и единицы измерения.
5. Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр после запятой.
6. Если обучающийся не выполнил практическое задание, то он может выполнить его во внеурочное время, согласованное с преподавателем.
7. Оценку по практическому занятию обучающийся получает с учетом срока выполнения работы, если:
  - расчеты выполнены правильно и в полном объеме;
  - сделан вывод по результатам работы;
  - обучающийся может пояснить выполнение любого этапа работы;
  - отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению практического задания.

## Практическая работа №1

**Тема:** «Определение годности деталей по действительным размерам, предельным размерам и отклонениям».

**Цель занятия:** Получить практические навыки определения действительных, номинальных, предельных размеров деталей. Научиться определять годность деталей типа «вал» и «отверстие».

### Необходимые материалы и оборудование:

1. Тетрадь для практических занятий.
2. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Допуски и технические измерения».
3. Ручка, калькулятор.

### Порядок выполнения задания:

1. Повторите теоретические положения по теме практической работы.
2. Выпишите данные согласно своему варианту.
3. Выполните чтение размеров.
4. Определите годность действительных размеров.
5. Постройте поле допуска для вала и отверстия.
6. Сделайте выводы из выполненных заданий.
7. Оформите отчет и ответьте на контрольные вопросы.

### Общие теоретические сведения.

#### 1. Чтение размеров.

**Размер** – числовое значение линейной величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения (в машиностроении обычно в миллиметрах).

**Номинальный размер** – основной размер, полученный на основе расчетов и указанный на чертеже. Он служит началом отчета отклонений и относительно его определяются предельные размеры.

**Действительный размер** – размер элемента, установленный измерением, с допустимой погрешностью.

**Отклонение** – разность между действительным и номинальным размерами.

**Предельные отклонения (наибольшие и наименьшие)** – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться действительный размер.

**Верхнее отклонение** – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

**Нижнее отклонение** – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

**Предельные размеры для валов определяются по формулам:**

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

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

где  $d_{\max}$  – наибольший предельный размер вала, мм;

$d_{\min}$  - наименьший предельный размер вала, мм;

$es$  - верхнее предельное отклонение, мм;

$ei$  - нижнее предельное отклонение, мм

**Предельные размеры для отверстия определяются по формулам:**

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

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

где  $D_{\max}$  - наибольший предельный размер отверстия, мм;

$D_{\min}$  - наименьший предельный размер отверстия, мм;

$D$  - номинальный размер, мм.

Верхнее и нижнее отклонения размеров определяется по ГОСТ 25347-89.

**Допуск** - разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

**Допуск определяется по формулам:**

для отверстия:

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI,$$

для вала:

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = es - ei.$$

где  $ES(es)$  - верхнее предельное отклонение отверстия (вала), мм

$EI(ei)$  - нижнее предельное отклонение отверстие (вала), мм

$D_{\max} (d_{\max})$  - наибольший предельный размер, мм

$D_{\min} (d_{\min})$  - наименьший предельный размер, мм

**Отрицательного допуска не бывает**, это всегда положительная величина.

На чертеже предельные отклонения размеров указываются справа непосредственно после номинального размера: верхнее отклонение над нижним, причем числовые величины отклонений записываются более мелким шрифтом, (исключение составляет симметричное двустороннее поле допуска, в этом случае числовая величина отклонения записывается тем же шрифтом, что и номинальный размер). Номинальный размер и отклонения проставляются на чертеже в мм.

Перед величиной предельного отклонения указывается знак + или -, если же одно из отклонений не проставлено, то это значит, что оно равно нулю.

**Например:**

$$1 \quad +0,005$$

$$0 \quad -0,014$$

Номинальный размер  $D_n = 10$  мм.

Верхнее предельное отклонение  $ES = +0,005$  мм.

Нижнее предельное отклонение  $EI = -0,014$  мм.

Наибольший предельный размер  $D_{\max} = 10,005$  мм.

Наименьший предельный размер  $D_{\min} = 9,986$  мм.

**Задание №1:** по обозначениям размеров на чертеже заполнить таблицу №1.

Таблица № 1.1

Основные понятия, выявляемые при чтении размера	Обозначение размера на чертеже, мм			
	1	2	3	4
Номинальный размер $D_n$ , мм				
Верхнее предельное отклонение ES, мм				
Нижнее предельное отклонение EI, мм				
Наибольший предельный размер $D_{max}$ , мм				
Наименьший предельный размер $D_{min}$ , мм				
Допуск TD, мм				

## 2. Определение годности действительных размеров.

Размер без чертежа не существует, его надо обязательно соотнести с поверхностью, обработка которой им определяется.

Для удобства и упрощения оперирования данными чертежа, все многообразие конкретных элементов деталей принято сводить к двум элементам:

*наружные* (охватываемые) элементы – **вал**,

*внутренние* (охватывающие) элементы – **отверстие**.

При этом не следует принятый термин «вал» отождествлять с названием типовой детали. Многообразие элементов типа «вал» и «отверстие» никак не связано с определенной геометрической формой, которая привычно ассоциируется со словом «цилиндр». Конкретные конструктивные элементы детали могут иметь как форму гладких цилиндров, так и быть ограниченными гладкими параллельными плоскостями. Важен лишь обобщенный тип элемента детали: если элемент наружный (охватываемый) – это «**вал**», если внутренний (охватывающий) – это «**отверстие**».

**Деталь считается годной, если:**  $D_{min} \leq D_d \leq D_{max}$  (для отверстия)  
 $d_{min} \leq d_d \leq d_{max}$  (для вала)

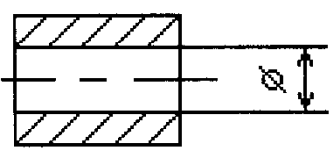
**Брак исправим, если:**  $D_d < D_{min}$  (для отверстия)  
 $d_d > d_{max}$  (для вала)

**Задание №2:** определите годность деталей и характер брака

Таблица №1.2

				
Чертежный размер	Действительный размер $d_d$	Годный	Брак	
			Исправ.	Неиспр.
$d_{\max}$				
$d_{\min}$				

Таблица №1.3

				
Чертежный размер	Действительный размер $D_d$	Годный	Брак	
			Исправ.	Неиспр.
$D_{\max}$				
$D_{\min}$				

### 3. Построение полей допусков для вала и отверстия.

**Поле допуска** – поле между предельными отклонениями размера: оно определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера (рисунок 1.1).

**Нулевая линия** – линия, соответствующая номинальному размеру. При графическом изображении полей допусков и посадок от нее откладываются отклонения размеров (рисунок):

- положительные отклонения – вверх от нее;
- отрицательные отклонения – вниз.

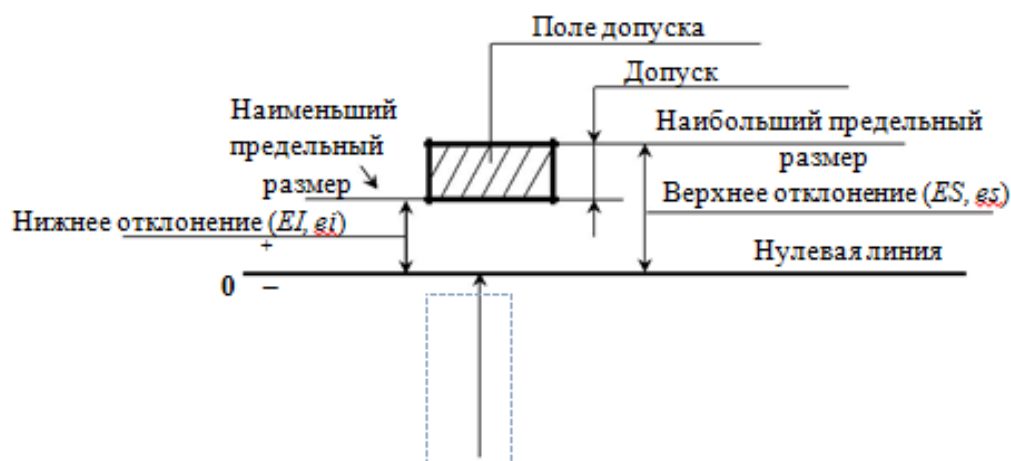


Рисунок 1.1 – Поле допуска

**Задание №3:** Изобразить графически поле допуска вала и отверстия по заданному номинальному размеру и предельным отклонениям.

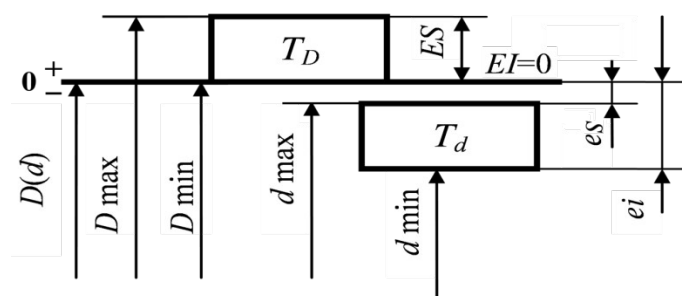


Рисунок 1.2 – Поле допуска

### Контрольные вопросы.

1. Причины возникновения погрешностей при изготовлении деталей машин?
2. В чем разница между номинальным и действительным размерами?
3. Какие размеры называют предельными?
4. Что определяет допуск?
5. Как связаны между собой предельные размеры и допуск?
6. Как связаны между собой предельные отклонения и допуск?
7. В чем различие между понятиями «допуск» и «поле допуска»?
8. В каком случае действительный размер, равный номинальному, окажется браком?

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Варианты к заданию №1.

№ Вар.	Обозначение размера на чертеже, мм			
	1	2	3	4
1.	$\varnothing 44 \begin{smallmatrix} +0,033 \\ -0,012 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 136 \begin{smallmatrix} +0,089 \\ +0,044 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 12 \begin{smallmatrix} -0,033 \\ -0,066 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 44 -0,017$
2.	$\varnothing 35 \begin{smallmatrix} +0,012 \\ \end{smallmatrix}$	$\varnothing 22 \begin{smallmatrix} +0,007 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 111 \begin{smallmatrix} +0,068 \\ +0,022 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 35 -0,01$
3.	$\varnothing 67 \begin{smallmatrix} +0,046 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 67 \begin{smallmatrix} +0,18 \\ +0,08 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 48 \begin{smallmatrix} +0,013 \\ \end{smallmatrix}$	$\varnothing 40 \pm 0,022$
4.	$\varnothing 36 \begin{smallmatrix} +0,012 \\ +0,003 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 36 -0,055$	$\varnothing 11 \pm 0,011$	$\varnothing 136 \begin{smallmatrix} +0,022 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$
5.	$\varnothing 80 \begin{smallmatrix} -0,011 \\ -0,033 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 55 \begin{smallmatrix} +0,045 \\ \end{smallmatrix}$	$\varnothing 66 \begin{smallmatrix} +0,034 \\ -0,014 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 80 \begin{smallmatrix} +0,048 \\ +0,012 \end{smallmatrix}$
6.	$\varnothing 57 \begin{smallmatrix} +0,068 \\ +0,024 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 60 -0,055$	$\varnothing 14 \begin{smallmatrix} +0,045 \\ -0,018 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 57 \begin{smallmatrix} -0,017 \\ -0,034 \end{smallmatrix}$
7.	$\varnothing 33 \begin{smallmatrix} +0,045 \\ \end{smallmatrix}$	$\varnothing 59 \begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,003 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 87 \begin{smallmatrix} -0,033 \\ -0,066 \end{smallmatrix}$	$\varnothing 33 \begin{smallmatrix} +0,010 \\ -0,020 \end{smallmatrix}$



8.	<b>Ø45</b> <sup>+0,044</sup> <sub>+0,012</sub>	<b>Ø12</b> <sup>-0,060</sup>	<b>Ø45 ± 0,033</b>	<b>Ø65</b> <sup>-0,065</sup> <sub>-0,090</sub>
9.	<b>Ø54</b> <sup>-0,025</sup> <sub>-0,050</sub>	<b>Ø13</b> <sup>+0,040</sup>	<b>Ø8</b> <sup>+0,013</sup> <sub>-0,044</sub>	<b>Ø13</b> <sup>-0,065</sup>
10.	<b>Ø76</b> <sup>+0,012</sup> <sub>-0,034</sub>	<b>Ø46</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>	<b>Ø76</b> <sup>-0,060</sup>	<b>Ø80</b> <sup>+0,038</sup>
11.	<b>Ø12</b> <sup>-0,055</sup>	<b>Ø24</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>	<b>Ø36</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>	<b>Ø12</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>
12.	<b>Ø2</b> <sup>+0,045</sup>	<b>Ø8</b> <sup>-0,060</sup>	<b>Ø2</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>	<b>Ø18</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>
13.	<b>Ø32</b> <sup>+0,033</sup> <sub>-0,012</sub>	<b>Ø121 ± 0,013</b>	<b>Ø32</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>	<b>Ø96</b> <sup>-0,01</sup>
14.	<b>Ø34</b> <sup>-0,055</sup>	<b>Ø14</b> <sup>+0,030</sup> <sub>+0,003</sub>	<b>Ø34</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>	<b>Ø76</b> <sup>+0,040</sup>
15.	<b>Ø40 ± 0,30</b>	<b>Ø44</b> <sup>+0,040</sup>	<b>Ø44</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>	<b>Ø9</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>
16.	<b>Ø55</b> <sup>-0,060</sup>	<b>Ø55</b> <sup>+0,045</sup>	<b>Ø87</b> <sup>+0,033</sup> <sub>-0,012</sub>	<b>Ø90</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>
17.	<b>Ø46</b> <sup>+0,013</sup>	<b>Ø8</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>	<b>Ø11</b> <sup>-0,055</sup>	<b>Ø46</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>
18.	<b>Ø78</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>	<b>Ø44 ± 0,55</b>	<b>Ø78</b> <sup>-0,025</sup>	<b>Ø6</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>
19.	<b>Ø77</b> <sup>-0,01</sup>	<b>Ø77</b> <sup>+0,040</sup>	<b>Ø110</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>	<b>Ø76</b> <sup>+0,034</sup> <sub>-0,014</sub>
20.	<b>Ø66</b> <sup>+0,040</sup>	<b>Ø32</b> <sup>+0,030</sup> <sub>+0,003</sub>	<b>Ø43 ± 0,25</b>	<b>Ø66</b> <sup>+0,033</sup> <sub>-0,012</sub>
21.	<b>Ø166</b> <sup>-0,055</sup>	<b>Ø12</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>	<b>Ø45</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>	<b>Ø166</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>
22.	<b>Ø114</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>	<b>Ø53</b> <sup>+0,022</sup> <sub>-0,044</sub>	<b>Ø114</b> <sup>+0,045</sup>	<b>Ø88</b> <sup>+0,030</sup> <sub>+0,003</sub>
23.	<b>Ø356</b> <sup>-0,022</sup> <sub>-0,055</sub>	<b>Ø15</b> <sup>+0,033</sup> <sub>-0,012</sub>	<b>Ø356</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>	<b>Ø78 ± 0,22</b>
24.	<b>Ø65</b> <sup>-0,060</sup>	<b>Ø5</b> <sup>+0,040</sup>	<b>Ø65</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>	<b>Ø98</b> <sup>+0,022</sup> <sub>-0,044</sub>
25.	<b>Ø37</b> <sup>+0,030</sup> <sub>+0,003</sub>	<b>Ø37</b> <sup>+0,034</sup> <sub>-0,014</sub>	<b>Ø360</b> <sup>-0,055</sup>	<b>Ø69</b> <sup>+0,089</sup> <sub>+0,044</sub>

### Варианты к заданию №2.

№ п/п	ВАЛ		ОТВЕРСТИЕ	
	d мм	d <sub>д</sub> мм	D мм	D <sub>д</sub> мм
1.	<b>Ø44</b> <sup>+0,033</sup> <sub>-0,012</sub>	<b>d<sub>a</sub> = 44,035</b>	<b>Ø50</b> <sup>-0,017</sup>	<b>D<sub>a</sub> = 50,0</b>
2.	<b>Ø35</b> <sup>+0,012</sup>	<b>d<sub>a</sub> = 35,012</b>	<b>Ø12</b> <sup>-0,01</sup>	<b>D<sub>a</sub> = 11,98</b>
3.	<b>Ø67</b> <sup>+0,046</sup> <sub>-0,013</sub>	<b>d<sub>a</sub> = 67,002</b>	<b>Ø40 ± 0,022</b>	<b>D<sub>a</sub> = 40,02</b>
4.	<b>Ø36</b> <sup>+0,012</sup> <sub>+0,003</sub>	<b>d<sub>a</sub> = 36,009</b>	<b>Ø136</b> <sup>+0,022</sup> <sub>-0,044</sub>	<b>D<sub>a</sub> = 136,020</b>
5.	<b>Ø80</b> <sup>-0,011</sup> <sub>-0,033</sub>	<b>d<sub>a</sub> = 80,001</b>	<b>Ø77</b> <sup>+0,048</sup> <sub>+0,012</sub>	<b>D<sub>a</sub> = 77,050</b>
6.	<b>Ø57</b> <sup>+0,068</sup> <sub>+0,024</sub>	<b>d<sub>a</sub> = 57,044</b>	<b>Ø97</b> <sup>-0,017</sup> <sub>-0,034</sub>	<b>D<sub>a</sub> = 96,970</b>

7.	$\varnothing 33$ $\begin{smallmatrix} +0,045 \\ -0,020 \end{smallmatrix}$	$d_a = 33,0$	$\varnothing 100$ $\begin{smallmatrix} +0,010 \\ -0,020 \end{smallmatrix}$	$D_a = 100,012$
8.	$\varnothing 45$ $\begin{smallmatrix} +0,044 \\ +0,012 \end{smallmatrix}$	$d_a = 45,008$	$\varnothing 65$ $\begin{smallmatrix} -0,065 \\ -0,090 \end{smallmatrix}$	$D_a = 64,910$
9.	$\varnothing 54$ $\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{smallmatrix}$	$d_a = 54,0$	$\varnothing 27$ $-0,065$	$D_a = 27,0$
10.	$\varnothing 76$ $\begin{smallmatrix} +0,012 \\ -0,034 \end{smallmatrix}$	$d_a = 75,966$	$\varnothing 80$ $\begin{smallmatrix} +0,038 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$D_a = 80,0$
11.	$\varnothing 12$ $-0,055$	$d_a = 12,0$	$\varnothing 48$ $\begin{smallmatrix} -0,022 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$D_a = 47,977$
12.	$\varnothing 2$ $\begin{smallmatrix} +0,045 \\ -0,033 \end{smallmatrix}$	$d_a = 2,04$	$\varnothing 18$ $\begin{smallmatrix} -0,011 \\ -0,033 \end{smallmatrix}$	$D_a = 17,989$
13.	$\varnothing 32$ $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ -0,012 \end{smallmatrix}$	$d_a = 31,988$	$\varnothing 96$ $-0,01$	$D_a = 96,0$
14.	$\varnothing 34$ $-0,055$	$d_a = 33,035$	$\varnothing 76$ $\begin{smallmatrix} +0,040 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$	$D_a = 76,030$
15.	$\varnothing 40 \pm 0,30$	$d_a = 40,30$	$\varnothing 9$ $\begin{smallmatrix} +0,089 \\ +0,044 \end{smallmatrix}$	$D_a = 9,070$
16.	$\varnothing 55$ $-0,060$	$d_a = 54,938$	$\varnothing 90$ $\begin{smallmatrix} +0,046 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$	$D_a = 89,985$
17.	$\varnothing 46$ $\begin{smallmatrix} +0,013 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$d_a = 46,012$	$\varnothing 100$ $\begin{smallmatrix} -0,022 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$D_a = 99,988$
18.	$\varnothing 78$ $\begin{smallmatrix} +0,046 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$	$d_a = 78,044$	$\varnothing 6$ $\begin{smallmatrix} -0,011 \\ -0,033 \end{smallmatrix}$	$D_a = 5,988$
19.	$\varnothing 77$ $-0,01$	$d_a = 77,0$	$\varnothing 76$ $\begin{smallmatrix} +0,034 \\ -0,014 \end{smallmatrix}$	$D_a = 76,030$
20.	$\varnothing 66$ $\begin{smallmatrix} +0,040 \\ -0,012 \end{smallmatrix}$	$d_a = 66,030$	$\varnothing 5$ $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ -0,012 \end{smallmatrix}$	$D_a = 5,033$
21.	$\varnothing 79$ $-0,055$	$d_a = 79,0$	$\varnothing 166$ $\begin{smallmatrix} -0,022 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$D_a = 165,975$
22.	$\varnothing 114$ $\begin{smallmatrix} -0,011 \\ -0,033 \end{smallmatrix}$	$d_a = 113,981$	$\varnothing 88$ $\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,003 \end{smallmatrix}$	$D_a = 88,030$
23.	$\varnothing 356$ $\begin{smallmatrix} -0,022 \\ -0,055 \end{smallmatrix}$	$d_a = 355,977$	$\varnothing 78 \pm 0,22$	$D_a = 78,020$
24.	$\varnothing 65$ $-0,060$	$d_a = 64,05$	$\varnothing 98$ $\begin{smallmatrix} +0,022 \\ -0,044 \end{smallmatrix}$	$D_a = 98,002$
25.	$\varnothing 37$ $\begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,003 \end{smallmatrix}$	$d_a = 37,005$	$\varnothing 69$ $\begin{smallmatrix} +0,089 \\ +0,044 \end{smallmatrix}$	$D_a = 69,050$

## Практическая работа №2

**Тема:** «Расчет допусков и посадок в соединениях».

**Цель занятия:** Практическое знакомство с методами расчета сопряжений с учетом допусков и посадок по ГОСТ 25347-82. Получение навыков практического пользования таблицами допусков и посадок. Освоение правил графического построения полей допусков, зазоров и натягов.

### Необходимые материалы и оборудование:

1. Тетрадь для практических занятий.
2. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Допуски и технические измерения».
3. Ручка, калькулятор.

### Порядок выполнения задания:

1. Повторите теоретические положения по теме практической работы.
2. Выпишите данные согласно своему варианту.
3. Для заданных посадок определить наибольшие, наименьшие предельные размеры и допуски размеров деталей, входящих в соединение.
4. Построить схемы расположения полей допусков деталей, входящих в соединение.
5. Определить наибольшие, наименьшие зазоры и натяги и допуски посадок; полученные данные занести в таблицу.
6. Сделайте выводы из выполненных заданий.
7. Оформите отчет и ответьте на контрольные вопросы.

### Общие теоретические сведения.

#### *1. Применяемые условные обозначения:*

$d$  – диаметр вала;

$D$  – диаметр отверстия;

$ES$  – верхнее отклонение отверстия;

$EI$  – нижнее отклонение отверстия;

$es$  – верхнее отклонение вала;

$ei$  – нижнее отклонение вала;

$d_{\max}, d_{\min}$  – наибольший и наименьший размеры вала;

$D_{\max}, D_{\min}$  – наибольший и наименьший размеры отверстия;

$S_{\max}, S_{\min}$  – наибольший и наименьший зазоры;

$N_{\max}, N_{\min}$  – наибольший и наименьший натяги.

#### *2. Основные понятия и терминология*

Машины и механизмы состоят из деталей, которые в процессе работы должны совершать относительные движения или находиться в относительном покое. В большинстве случаев детали машин представляют собой определенные комбинации геометрических тел, ограниченных поверхностями простейших форм: плоскими, цилиндрическими, коническими и т. д. Это объясняется широким использованием в механизмах низших кинематических пар и технологическими соображениями, так как существующие станки приспособлены в основном для обработки простейших поверхностей и их комбинаций. Простейшие геометрические тела, составляющие детали, – будем называть их элементами.

Две детали, элементы которых входят друг в друга, образуют *соединение*. Такие детали называются *сопрягаемыми деталями*, а поверхности соединяемых элементов – *сопрягаемыми поверхностями*. Поверхности тех элементов деталей, которые не входят в соединение с поверхностями других деталей, называются *несопрягаемыми поверхностями*. Соединения подразделяются по геометрической форме сопрягаемых поверхностей. Соединение деталей, имеющих сопрягаемые цилиндрические поверхности с круглым поперечным сечением, называется *гладким цилиндрическим* (рисунок 2.1, а).



Рисунок 2.1 – Типы соединения деталей

Если сопрягаемыми поверхностями каждого элемента соединения являются две параллельные плоскости, то соединение называется *плоским соединением* с параллельными плоскостями или просто *плоским* (рис. 2.1, б).

В соединении элементов двух деталей один из них является внутренним (охватываемым), другой – наружным (охватывающим). В системе допусков и посадок гладких соединений всякий наружный элемент условно называется *валом*, всякий внутренний – *отверстием*. Термины «отверстие» и «вал» применяются и к несопрягаемым элементам.

Под *размером* элементов, образующих гладкие соединения, и аналогичных несопрягаемых элементов понимается: в цилиндрических соединениях – диаметр, в плоских – расстояние между параллельными плоскостями по нормали к ним. В более узком смысле в системе допусков и посадок *размер* – числовое значение линейной

величины (диаметра, длины и т. д.) в выбранных единицах измерения (в машиностроении обычно в миллиметрах).

*Номинальный размер* – основной размер, полученный на основе расчетов и указанный на чертеже. Он служит началом отчета отклонений и относительно его определяются предельные размеры.

*Действительный размер* – размер элемента, установленный измерением, с допустимой погрешностью.

*Отклонение* – разность между действительным и номинальным размерами.

*Предельные отклонения* – два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться действительный размер.

*Верхнее отклонение* – алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами.

$ES, es$  – соответственно, верхнее отклонение отверстия и вала:

$$ES = D_{\max} - D; es = d_{\max} - d. \quad (2.1)$$

*Нижнее отклонение* – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

$EI, ei$  – соответственно, нижнее отклонение отверстия и вала:

$$EI = D_{\min} - D; ei = d_{\min} - d. \quad (2.2)$$

*Допуск  $T$*  – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями (рисунок 2.2):

$$T = D_{\max} - d_{\min}; T = d_{\max} - D_{\min}$$

$$\text{или } T = ES - ei; T = es - EI. \quad (2.3)$$

*Примечание.* Допуск – это абсолютная величина без знака.

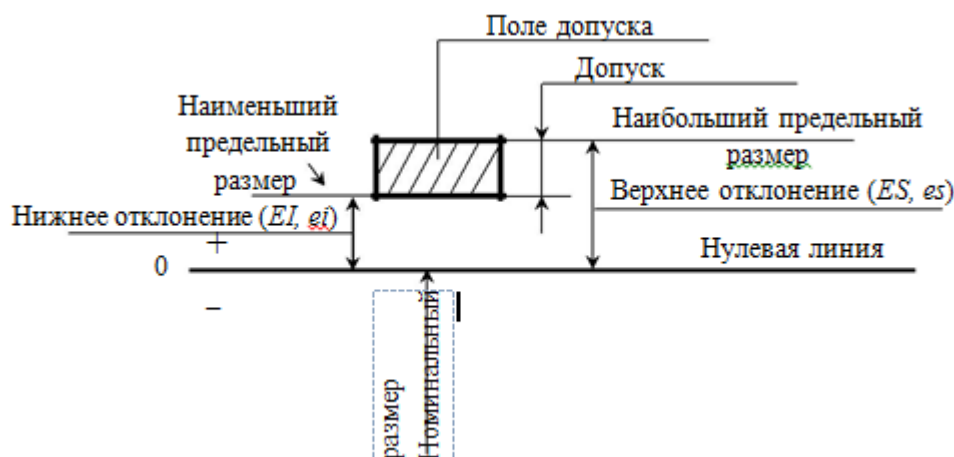


Рисунок 2.2 – Поле допуска

*Поле допуска* – поле между предельными отклонениями размера: оно определяется величиной допуска и его положением относительно номинального размера (рисунок 2.2).

*Нулевая линия* – линия, соответствующая номинальному размеру. При графическом изображении полей допусков и посадок от нее откладываются отклонения

размеров (рисунок 2.2):

- положительные отклонения – вверх от нее;
- отрицательные отклонения – вниз.

*Квалитет* (степень точности) – совокупность допусков, которые соответствуют одному уровню точности для всех номинальных размеров.

Стандарт устанавливает 20 квалитетов: 01, 0, 1, 2, ... 18. В основном применяются квалитеты, начиная с 5-го.

Разность размеров отверстия и вала до сборки определяет характер соединения деталей, или *посадку*, т. е. большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей или степень сопротивления их взаимному смещению. Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала, называется *зазором*  $S$  (рисунок 2.3, а):

$$\begin{aligned} S &= D - d, \\ S_{\max} &= D_{\max} - d_{\min} \text{ или } S_{\max} = ES - ei, \\ S_{\min} &= D_{\min} - d_{\max} \text{ или } S_{\min} = EI - es. \end{aligned} \quad (2.4)$$

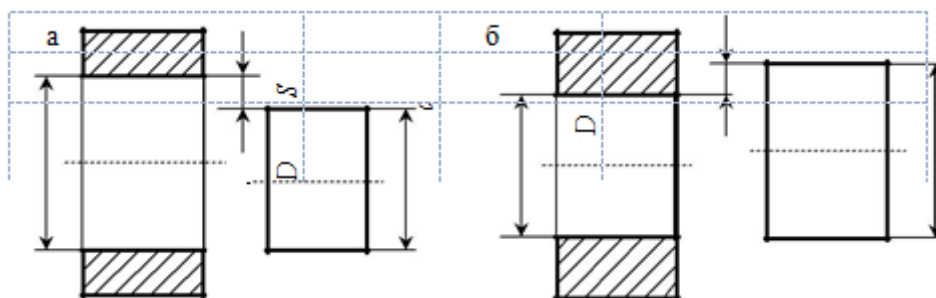


Рисунок 2.3 – Зазор и натяг

Зазор характеризует большую или меньшую свободу относительного перемещения деталей соединения.

Разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия, называется *натягом*  $N$  (рисунок 2.3, б):

$$\begin{aligned} N &= d - D, \\ N_{\max} &= d_{\max} - D_{\min} \text{ или } N_{\max} = es - EI, \\ N_{\min} &= d_{\min} - D_{\max} \text{ или } N_{\min} = ei - ES. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Натяг характеризует степень сопротивления взаимному смещению деталей в соединении.

При соединении двух деталей образуется *посадка*, определяемая разностью их размеров до сборки, т. е. величиной получающихся зазоров или натягов в соединении. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному перемещению.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия или вала (по характеру соединения) посадка может быть (рисунок 2.4):

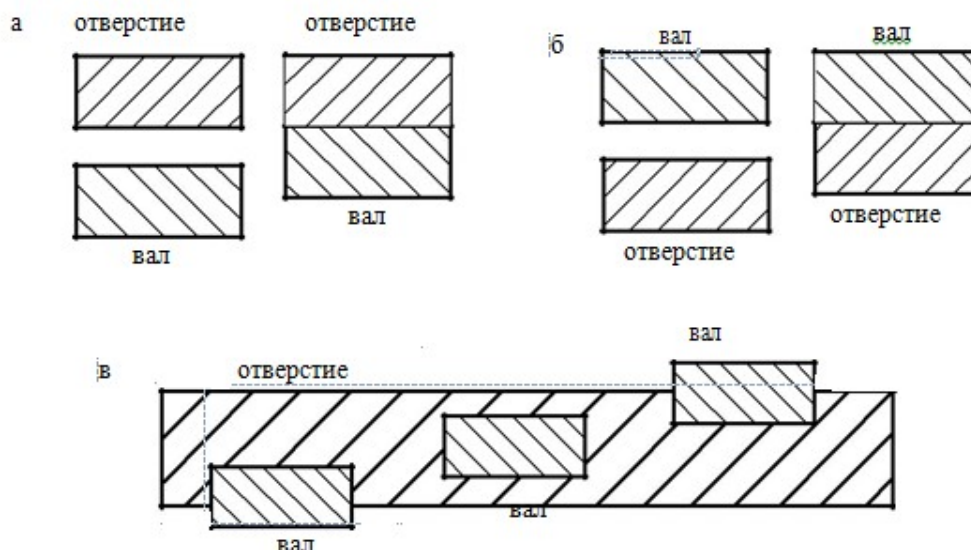


Рисунок 2.4 – Виды посадок

- подвижная (посадка с зазором): поле допуска отверстия над полем допуска вала (рисунок 2.4, а);
- неподвижная (посадка с натягом): поле допуска отверстия под полем допуска вала (рисунок 2.4, б);
- переходная (возможны натяг или зазор в зависимости от действительных размеров): поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью (рисунок 2.4, в).

Для сопрягаемых деталей установлены две системы расположения полей допусков:

- система отверстия;
- система вала.

**Посадки в системе отверстия** – посадки, в которых нужные зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков валов с одним и тем же полем допуска основного отверстия (рисунок 2.5, а).

Пример:  $\varnothing 20\ H7/f6$ .

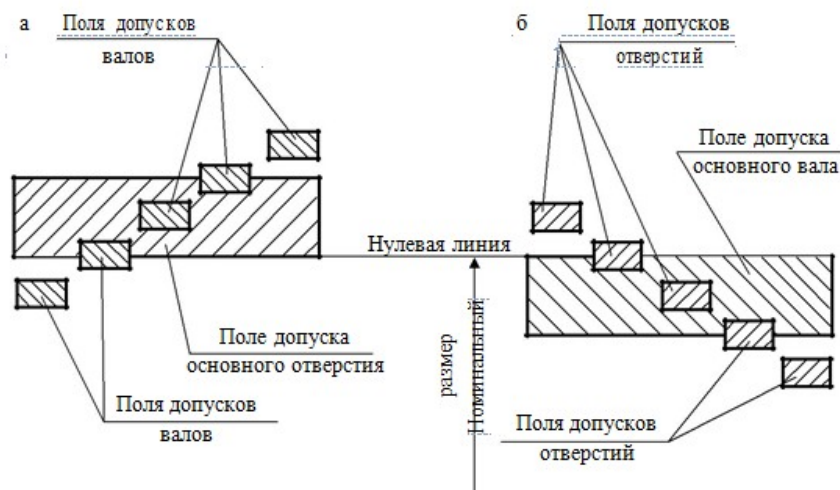


Рисунок 2.5 – Примеры посадок в системе отверстия и в системе вала

Применение системы отверстия предпочтительней.

**Посадки в системе вала** – посадки, в которых нужные зазоры и натяги получаются сочетанием различных полей допусков отверстий с одним и тем же полем допуска вала (рисунок 2.5, б).

Система вала применяется реже, например, если необходимо получить разные посадки нескольких деталей на одном гладком валу.

Допуск, величина которого зависит от номинального размера, обозначается цифрами (кавалитет).

Положение поля допуска относительно нулевой линии, зависящее от номинального размера, обозначается буквой латинского алфавита (или в некоторых случаях двумя буквами) – прописной для отверстий и строчной для валов (рисунок 2.6).

Таким образом, размер, для которого указывается поле допуска, обозначается числом, за которым следует условное обозначение, состоящее из буквы (иногда из двух букв) и цифры (или двух цифр).

Примеры: 40 g6, 40 H7, 40 H11.

В обозначение посадки входит номинальный размер, общий для обоих соединяемых элементов (отверстия и вала), за которым следуют обозначения полей допусков для каждого элемента, начиная с отверстия. Условное обозначение посадки дается в виде дроби, причем в числителе указывают обозначение поля допуска отверстия, в знаменателе – обозначение поля допуска вала.

**Пример:** 40 H7/g6

Таким образом, основные отклонения обозначают:

– для отверстий прописными: *A ... ZC*;

– для валов строчными: *a ... zc*.

Поле допуска – сочетанием букв основного отклонения и порядкового номера квалитета: g6, js7, H7, H11.



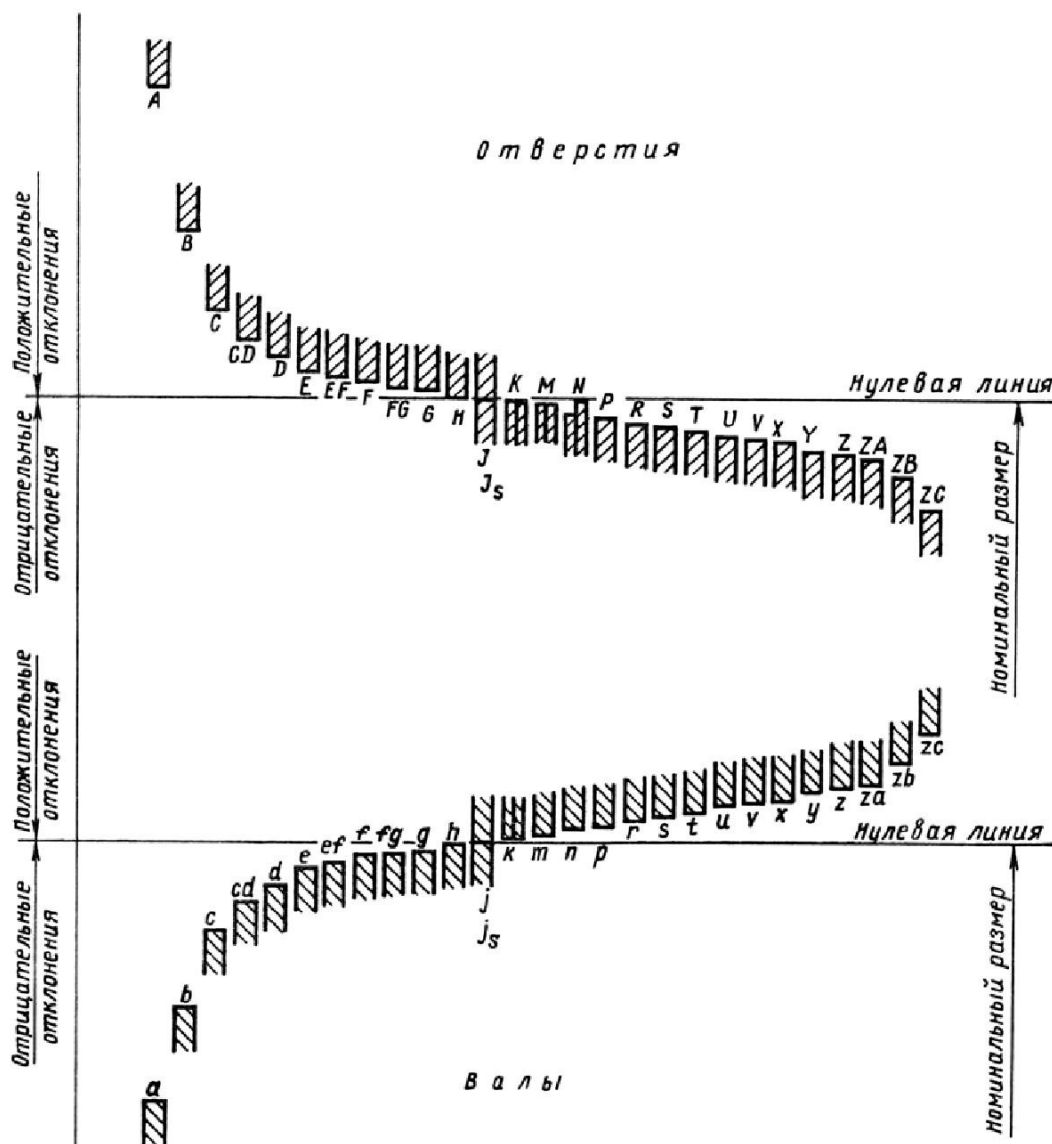


Рисунок 2.6 – Относительные положения полей допусков

### Методические указания по выполнению работы

Выполнение работы начинается с выбора посадки и номинального размера из Таблицы 2.2 по варианту, указанному преподавателем.

#### 1. Задание 1

Используя таблицы ГОСТ 25347-82 (приложение А), для заданных посадок определить:

- верхние и нижние предельные отклонения отверстия ( $ES$ ,  $EI$ );
- верхние и нижние предельные отклонения вала ( $es$ ,  $ei$ ).

Применяя формулы 2.1–2.3, найти:

- наибольшие, наименьшие предельные размеры отверстия ( $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$ );
- наибольшие, наименьшие предельные размеры вала ( $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$ );
- допуски размеров деталей, входящих в соединение (отверстия  $T_D$  и вала  $T_d$ ).

Пример: 24 H8/f7.

Отверстие  $24_0^{+0,033}$  мм; вал  $24_{-0,041}^{-0,020}$  мм.

$ES = +0,033$  мм,  $EI = 0$  мм,  $es = -0,020$  мм,  $ei = -0,041$  мм.

$D_{\max} = 24,033$  мм,  $D_{\min} = 24$  мм,

$d_{\max} = 23,980$  мм,  $d_{\min} = 23,959$  мм.

$T_D = 0,033$  мм,  $T_d = 0,021$  мм.

## 2. Задание 2

Построить схемы расположения полей допусков деталей, входящих в соединение. Определить, к какой системе относится заданная посадка.

Построение начинается с проведения нулевой линии, которая соответствует номинальному размеру деталей. Выше этой линии откладываются положительные отклонения, ниже – отрицательные. Далее полученные значения соединяются в произвольные прямоугольники (свое поле допуска для отверстия и для вала), заштриховываются и подписываются.

На примере той же посадки  $24\ H8/f\ 7$  построим схему расположения полей допусков (рисунок 2.7).

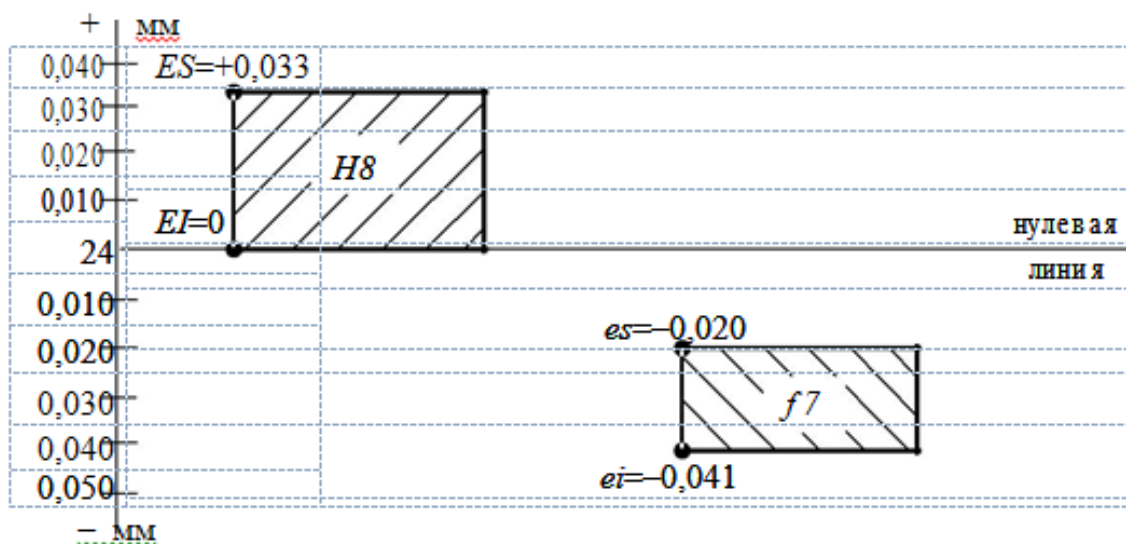


Рисунок 2.7 – Схема расположения полей допусков деталей Согласно рисунку 2.5 посадка  $24\ H8/f\ 7$  относится к системе отверстия.

## 3. Задание 3

Определить тип посадки: с зазором, с натягом или переходная. Найти наибольшие и наименьшие зазоры и (или) натяги, показать их на рисунке.

Если поле допуска отверстия находится над полем допуска вала, то *посадка с зазором*. В этом случае определяются максимальный и минимальный зазоры  $S_{\max}$ ,  $S_{\min}$  по формуле 2.4.

Если поле допуска отверстия находится под полем допуска вала – *посадка с натягом*. В этом случае определяются максимальный и минимальный натяги  $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$  по формуле 2.5.

Если поля допусков отверстия и вала перекрываются (пересекаются) частично или полностью (рис. 2.4 в), то посадка переходная (возможны и натяг и зазор). В этом случае определяются максимальные значения зазора и натяга  $S_{\max}$ ,  $N_{\max}$  по тем же формулам.

Продолжим исследовать посадку 24 H8/f7. Глядя на рисунок 2.7, видим, что поле допуска отверстия H8 находится над полем допуска вала f7. Следовательно, посадка с зазором. Определим значения зазоров:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 24,033 - 23,959 = 0,074 \text{ мм},$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 24,000 - 23,980 = 0,020 \text{ мм}.$$

Полученные значения показываем на рисунке 2.8

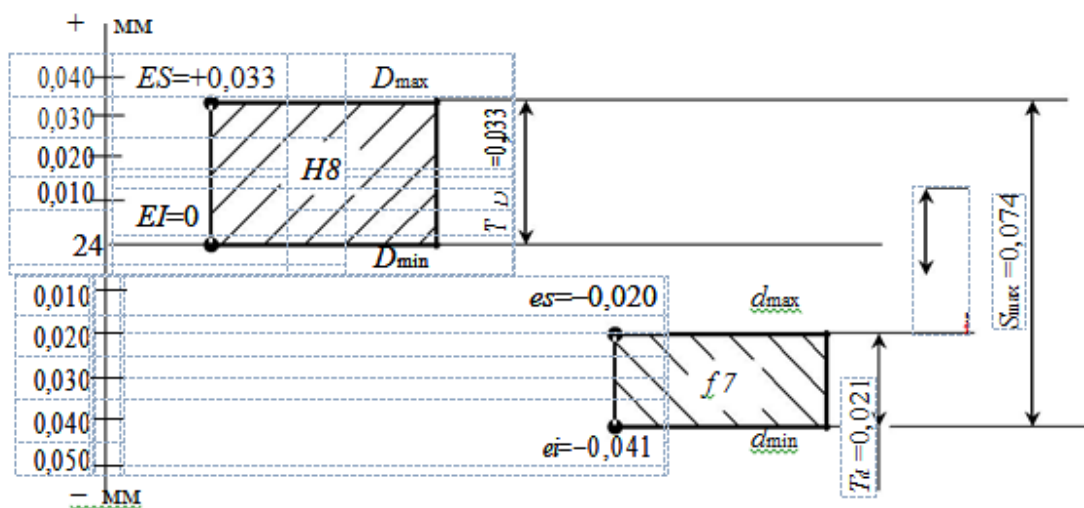


Рисунок 2.8 – Схема посадки 24 H8/f7

#### 4. Задание 4

Полученные данные занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Таблица результатов, мм

Посад- ка	$D_{\max}$	$D_{\min}$	$T_D$	$d_{\max}$	$d_{\min}$	$T_d$	$T_D + T_d$	Зазоры		Натяги		Вид посадки
								$S_{\max}$	$S_{\min}$	$N_{\max}$	$N_{\min}$	

Заполняем таблицу согласно рассматриваемому примеру:

По- садка	$D_{\max}$	$D_{\min}$	$T_D$	$d_{\max}$	$d_{\min}$	$T_d$	$T_D + T_d$	Зазоры		Натяги		Вид посадки
								$S_{\max}$	$S_{\min}$	$N_{\max}$	$N_{\min}$	
24H8/f7	24,033	24,000	0,033	23,980	23,959	0,021	0,054	0,074	0,020	–	–	Посадка с зазором

Содержание отчета:

- На стр. 1 должны быть:
  - цель работы;
  - задание на лабораторную работу;
  - исходные данные (выбранные по варианту посадки);
- Схемы полей допусков деталей с указанием:
  - номинального размера;
  - верхних и нижних предельных отклонений;
  - допусков на размер;
  - максимальных и минимальных зазоров или натягов в зависимости от типа посадки.
- На стр. 4 должны быть:
  - табл. 1 с результатами вычисленных величин;
  - выводы.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Таблица 2.2

№ варианта	Посадки			
1	250 H7/e8	40 H6/n6	62 H7/s6	32 F7/h5
2	315 H7/c8	24 H8/k7	50 H7/s7	48 N7/h6
3	400 H8/d8	32 H6/k5	60 H8/u8	80 G6/h5
4	200 H7/e7	50 H8/js7	42 H6/s5	10 K6/h5
5	105 H7/f7	8 H7/m6	40 H8/x8	24 K7/h6
6	30 H6/f7	48 H7/n7	12 H7/s6	120 E8/h7
7	120 E8/h7	12 H6/js5	42 H7/t6	80 P7/h7
8	60 H6/g5	8 H7/n6	32 H8/s7	120 H7/h6
9	140 H7/g6	24 H6/js5	42 H8/x8	12 M6/h5
10	10 H5/g4	24 H6/k5	80 H8/s7	8 Js7/h6
11	42 H6/g5	5 H5/k4	50 H8/z8	80 F8/h6
12	220 H8/d9	12 H7/n6	40 H6/s5	105 D8/h6
13	400 H8/e8	10 H5/n4	52 H6/s5	120 E8/h6
14	120 H8/f8	48 H6/n5	62 H7/s5	8 P7/h6
15	20 H7/g6	45 H6/m5	60 H6/p5	80 D9/h9
16	120 H8/f7	12 H6/k5	32 H7/u7	60 F8/h6
17	315 H9/d9	48 H7/k6	32 H6/s5	10 Js8/h7
18	140 H8/d8	8 H5/m4	62 H7/p5	48 F8/h7
19	105 H9/n6	6 H5/m4	36 H7/u7	54 H8/h8
20	80 H9/d9	16 H7/k6	48 H8/s7	12 H5/h4
21	400 H11/d11	32 H6/js5	60 H7/s6	120 F8/h6
22	80 H8/h7	12 H5/m4	48 H7/p6	62 F7/h6
23	82 H8/f9	40 H7/k6	120 H6/p5	12 K7/h6
24	140 H9/d9	8 H6/js5	80 H8/x8	36 S7/h6
25	64 H8/h8	20 H7/n6	52 H8/s7	8 M6/h5

### Контрольные вопросы

1. Что такое допуск размера и допуск посадки?
2. Чем характеризуется поле допуска?
3. В каких единицах изображаются допустимые отклонения на чертежах, а в каких – в таблицах полей допусков?
4. Что называется системой отверстия и системой вала? Какая система предпочтительней?
5. Как обозначается посадка?
6. Сколько квалитетов установлено стандартом?
7. Как различаются посадки по характеру соединения (3 вида)?
8. Что называется номинальным, действительным и предельным размерами?
9. Что называется нижним и верхним предельными отклонениями?
10. Что такое зазор и каково его назначение в сопряжении?
11. Что называют натягом и каково его назначение в сопряжениях деталей?
12. Чем характеризуется точность размера?
13. Есть ли связь между точностью размеров и шероховатостью поверхности?

## Квалитеты 4 и 5

Интервал	Поля допусков														
размеров, мм	g4	h4	j <sub>s</sub> 4	k4	m4	n4	g5	h5	j <sub>s</sub> 5	k5	m5	n5	p5	r5	s5
	Предельные отклонения, мкм														
От 1 до 3	-2 -5	0 -3	+1,5 -1,5	+3 0	+5 +2	+7 +4	-2 -6	0 -4	+2,0 -2,0	+4 0	+6 +2	+8 +4	+10 +6	+14 +10	+18 +14
Свыше 3 до 6	-4 -8	0 -4	+2,0 -2,0	+5 +1	+8 +4	+12 +8	-4 -9	0 -5	+2,5 -2,5	+6 +1	+9 +4	+13 +8	+17 +12	+20 +15	+24 +19
Свыше 6 до 10	-5 -9	0 -4	+2,0 -2,0	+5 +1	+10 +6	+14 +10	-5 -11	0 -6	+3,0 -3,0	+7 +1	+12 +6	+16 +10	+21 +15	+25 +19	+29 +23
Свыше 10 до 14	-6 -11	0 -5	+2,5 -2,5	+6 +1	+12 +7	+17 +11	-6 -14	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+15 +7	+20 +12	+26 +18	+31 +23	+36 +28
Свыше 14 до 18															
Свыше 18 до 24	-7 -13	0 -6	+3,0 -3,0	+8 +2	+14 +8	+21 +15	-7 -16	0 -9	+4,5 -4,5	+11 +2	+17 +8	+24 +15	+31 +22	+37 +18	+44 +35
Свыше 24 до 30															
Свыше 30 до 40	-9 -16	0 -7	+3,5 -3,5	+9 +2	+16 +9	+24 +17	-9 -20	0 -11	+5,5 -5,5	+13 +2	+20 +9	+28 +17	+37 +26	+45 +34	+54 +43
Свыше 40 до 50															
Свыше 50 до 65	-10 -18	0 -8	+4,0 -4,0	+10 +2	+19 +11	+28 +20	-10 -23	0 -13	+6,5 -6,5	+15 +2	+24 +11	+33 +20	+45 +32	+54 +41	+66 +53
Свыше 65 до 80														+56 +43	+72 +59
Свыше 80 до 100	-12 -22	0 -10	+5,0 -5,0	+13 +3	+23 +13	+33 +23	-12 -27	0 -15	+7,5 -7,5	+18 +3	+28 +13	+38 +23	+52 +37	+66 +51	+86 +71
Свыше 100 до 120														+69 +54	+94 +79
Свыше 120 до 140														+81 +63	+110 +92
Свыше 140 до 160	-14 -26	0 -12	+6,0 -6,0	+15 +3	+17 +15	+39 +27	-14 -32	0 -18	+9,0 -9,0	+21 +3	+33 +15	+45 +27	+61 +43	+83 +65	+118 +100
Свыше 160 до 180														+86 +68	+126 +108
Свыше 180 до 200														+97 +77	+142 +122
Свыше 200 до 225	-15 -29	0 -14	+7,0 -7,0	+18 +4	+31 +17	+45 +31	-15 -35	0 -20	+10,0 -10,0	+24 +4	+37 +17	+51 +31	+70 +50	+100 +80	+150 +130
Свыше 225 до 250														+104 +84	+160 +140
Свыше 250 до 280	-17 -33	0 -16	+8,0 -8,0	+20 +4	+36 +20	+50 +34	-17 -40	0 -23	+11,5 -11,5	+27 +4	+43 +20	+57 +34	+79 +56	+117 +94	+181 +158
Свыше 280 до 315														+121 +98	+193 +170
Свыше 315 до 355	-18 -36	0 -18	+9,0 -9,0	+22 +4	+39 +11	+55 +37	-18 -43	0 -25	+12,5 -12,5	+29 +4	+46 +21	+62 +37	+87 +62	+133 +108	+215 +190
Свыше 355 до 400														+139 +114	+233 +208
Свыше 400 до 450	-20 -40	0 -20	+10, 0 -10,0	+25 +5	+43 +23	+60 +40	-20 -47	0 -27	+13,5 -13,5	+32 +5	+50 +23	+67 +40	+95 +68	+153 +126	+259 +232
Свыше 450 до 500														+159 +132	+279 +252

### Квалитет 6

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	<i>f</i> 6	<i>g</i> 6	<i>h</i> 6	<i>j</i> <sub>s</sub> 6	<i>k</i> 6	<i>m</i> 6	<i>n</i> 6	<i>p</i> 6	<i>r</i> 6	<i>s</i> 6	<i>t</i> 6
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	-6	-2	0	+3,0	+6	+8	+10	+12	+16	+20	-
	-12	-8	-6	-3,0	0	+1	+4	+6	+10	+14	
Свыше 3 до 6	-10	-4	0	+4,0	+9	+12	+16	+10	+23	+27	-
	-18	-12	-8	-4,0	+1	+4	+8	+12	+15	+19	
Свыше 6 до 10	-13	-5	0	+4,5	+10	+15	+19	+24	+28	+32	-
	-22	-14	-9	-4,5	+1	+6	+10	+15	+19	+23	
Свыше 10 до 14	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-
	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	
Свыше 14 до 18											
Свыше 18 до 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-
	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	
Свыше 24 до 30											+54 +41
Свыше 30 до 40	-25	-9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
	-41	-25	-16	-8,0	+1	+9	+17	+26	+34	+43	
Свыше 40 до 50											+70 +54
Свыше 50 до 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60	+72	+85 +66
	-49	-29	-19	-9,5	+1	+11	+20	+32	+41	+53	
Свыше 65 до 80									+62	+78	+94 +75
									+43	+59	
Свыше 80 до 100	-36	-12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73	+93	+113 +91
	-56	-34	-22	-11,0	+3	+13	+23	+37	+51	+71	
Свыше 100 до 120									+76	+101	+126 +104
									+54	+79	
Свыше 120 до 140									+88	+117	+147 +122
									+63	+92	
Свыше 140 до 160	-43	-14	0	+12,5	+28	+40	+52	+68	+90	+125	+159 +154
	-68	-39	-25	-12,5	+3	+15	+27	+43	+65	+100	
Свыше 160 до 180									+93	+133	+171 +146
									+68	+108	
Свыше 180 до 200									+106	+151	+195 +166
									+77	+122	
Свыше 200 до 225	-50	-15	0	+14,5	+33	+46	+60	+79	+109	+159	+209 +180
	-79	-44	-29	-14,5	+4	+17	+31	+50	+80	+130	
Свыше 225 до 250									+113	+169	+226 +196
									+84	+140	
Свыше 250 до 280	-56	-17	0	+16,0	+36	+52	+66	+88	+126	+190	+250 +218
	-88	-49	-32	-16,0	+4	+20	+34	+56	+94	+158	
Свыше 280 до 315									+130	+202	+272 +240
									+98	+170	
Свыше 315 до 355	-62	-18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144	+226	+304 +268
	-98	-54	-36	-18,0	+4	+21	+57	+62	+108	+190	
Свыше 355 до 400									+150	+244	+330 +294
									+114	+208	
Свыше 400 до 450	-68	-20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166	+272	+370 +330
									+126	+232	
Свыше 450 до 500	-108	-60	-40	-20,0	+5	+23	+40	+68	+172	+292	+400 +360
									+132	+252	





# Квалитеты 8 и 9

Интервал	Поля допусков													
размеров, мм	c8	d8	e8	f8	h8	j <sub>s</sub> 8*	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	j <sub>s</sub> 9*
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+7 -7	+32 +18	+34 +20	+40 +25	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+12 -12
Свыше 3 до 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+9 -9	+41 +23	+46 +28	+53 -35	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+15 -15
Свыше 6 до 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+11 -11	+50 +28	+56 +34	+64 +42	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+18 -18
Свыше 10 до 14	-95 -122	-50 -77	-32 -59	-16 -43	0 -27	+13 -13	+60 +33	+40 +72	+50 +87	-50 -93	-32 -75	-16 -59	0 -43	+21 -21
Свыше 14 до 18								+45 +87	+60 +106					
Свыше 18 до 24	-110 -143	-65 -93	-40 -73	-20 -53	0 -33	+16 -16	+41 +81	+54 +97	+73 +121	-65 -117	-40 -92	-20 -72	0 -52	+26 -26
Свыше 24 до 30							+48 +99	+64 +119	+88 +151					
Свыше 30 до 40	-120 -159	-80 -119	-50 -89	-25 -64	0 -39	+19 -19	+60 +109	+80 +136	+112 +175	-80 -142	-50 -112	-25 -87	0 -62	+31 -31
Свыше 40 до 50	-130 -169						+70 +133	+97 +168	+136 +218					
Свыше 50 до 65	-140 -186	-100 -146	-60 -106	-30 -76	0 -46	+23 -23	+87 +148	+122 +192	+172 +256	+100 -174	-60 -134	-30 -104	0 -74	+37 -37
Свыше 65 до 80	-150 -196						+102 +178	+146 +232	+210 +312					
Свыше 80 до 100	-170 -224	-120 -174	-72 -126	-36 -90	0 -54	+27 -27	+124 +198	+178 +264	+258 +354	-120 -207	-72 -159	-36 -123	0 -87	+43 -43
Свыше 100 до 120	-180 -234						+144 +233	+210 +311	+310 +428					
Свыше 120 до 140	-200 -283						+170 +253	+248 +343	+355 +478					
Свыше 140 до 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -105	0 -63	+31 -31	+190 +273	+280 +373	+415 +528	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50
Свыше 160 до 180	-230 -293						+210 +308	+310 +422	+465 +592					
Свыше 180 до 200	-240 -312						+236 +330	+350 +457	+520 +647					
Свыше 200 до 225	-260 -332	-170 -242	-100 -172	-50 -122	0 -72	+36 -36	+330 +258	+457 +385	+647 +575	-170 -285	-100 -215	-50 -165	0 -115	+57 -57
Свыше 225 до 250	-280 -352						+356 +284	+497 +425	+712 +640					
Свыше 250 до 280	-300 -381	-190 -271	-110 -191	-56 -137	0 -81	+40 -40	+396 +315	+556 +475	+791 +710	-190 -320	-110 -240	-56 -186	0 -130	+65 -65
Свыше 280 до 315	-330 -411						+431 +350	+606 +525	+871 +790					
Свыше 315 до 355	-360 -499	-210 -299	-125 -214	-62 -151	0 -89	+44 -44	+479 +390	+679 +590	+989 +900	-210 -350	-125 -265	-62 -202	0 -140	+70 -70
Свыше 355 до 400	-400 -489						+524 +435	+749 +660	+1089 +1000					
Свыше 400 до 450	-440 -537	-230 -327	-135 -232	-68 -165	0 -97	+48 -48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	-230 -385	-135 -290	-68 -223	0 -155	+77 -77
Свыше 450 до 500	-480 -577						+637 +540	+917 +820	+1347 +1250					

# Квалитеты от 10 до 12

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	<i>d</i> 10	<i>h</i> 10	<i>j</i> <sub>s</sub> 10*	<i>a</i> 11	<i>b</i> 11	<i>c</i> 11	<i>d</i> 11	<i>h</i> 11	<i>j</i> <sub>s</sub> 11*	<i>b</i> 12	<i>h</i> 12	<i>j</i> <sub>s</sub> 12*
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	-20	0	+20	-270	-140	-60	-20	0	+30	-140	0	+50
	-60	-40	-20	-330	-200	-120	-80	-60	-30	-240	-100	-50
Свыше 3 до 6	-30	0	+24	-270	-140	-70	-30	0	+37	-140	0	+60
	-78	-48	-24	-345	-215	-145	-105	-75	-37	-260	-120	-60
Свыше 6 до 10	-40	0	+29	-280	-150	-80	-40	0	+45	-150	0	+75
	-98	-58	-29	-370	-240	-170	-130	-90	-45	-300	-150	-75
Свыше 10 до 14	-50	0	+35	-290	-150	-95	-50	0	+55	-150	0	+90
Свыше 14 до 18	-120	-70	-35	-400	-260	-205	-160	-110	-55	-330	-180	-90
Свыше 18 до 24	-65	0	+42	-300	-160	-110	-65	0	+65	-160	0	+105
Свыше 24 до 30	-149	-84	-42	-430	-290	-240	-195	-130	-65	-370	-210	-105
Свыше 30 до 40	-80	0	+50	-310	-170	-120	-80	0	+80	-170	0	+125
Свыше 40 до 50	-180	-100	-50	-470	-330	-280	-240	-160	-80	-420	-250	-125
				-320	-180	-130				-180		
Свыше 50 до 65	-100	0	+60	-480	-340	-290	-100	0	+95	-430	0	+150
Свыше 65 до 80	-220	-120	-60	-340	-190	-140	-290	-190	-95	-490	-300	-150
				-530	-380	-330				-200		
Свыше 80 до 100	-120	0	+70	-550	-390	-340	-120	0	+110	-500	0	+175
Свыше 100 до 120	-260	-140	-70	-380	-220	-170	-340	-220	-110	-220	-350	-175
				-600	-440	-390				-570		
Свыше 120 до 140				-410	-240	-180				-240		
Свыше 140 до 160	-145	0	+80	-630	-460	-400	-145	0	+125	-590	0	+200
Свыше 160 до 180	-305	-160	-80	-460	-260	-200	-395	-250	-125	-260	-400	-200
				-710	-510	-450				-680		
Свыше 180 до 200				-580	-310	-230				-310		
Свыше 200 до 225	-170	0	+92	-830	-560	-480	-170	0	+145	-710	0	+230
Свыше 225 до 250	-355	-185	-92	-660	-340	-240	-460	-290	-145	-800	-460	-230
				-950	-630	-530				-380		
Свыше 250 до 280	-190	0	+105	-740	-380	-260	-190	0	+160	-840	0	+260
Свыше 280 до 315	-400	-210	-105	-1030	-670	-550	-510	-320	-160	-420	-520	-260
				-820	-420	-280				-880		
Свыше 315 до 355	-210	0	+115	-1110	-710	-570	-210	0	+180	-1000	0	+285
Свыше 355 до 400	-440	-230	-115	-920	-480	-300	-570	-360	-180	-480	-570	-285
				-1240	-800	-620				-540		
Свыше 400 до 450	-230	0	+125	-1370	-860	-650	-230	0	+200	-1060	0	+315
Свыше 450 до 500	-480	-250	-125	-1200	-600	-360	-630	-400	-200	-600	-630	-315
				-1560	-960	-720				-1170		
				-1350	-680	-400				-680		
				-1710	-1040	-760				-1250		
				-1500	-760	-440				-760		
				-1900	-1160	-840				-1390		
				-1650	-840	-480				-840		
				-2050	-1240	-880				-1470		

## Квалитеты от 13 до 17

[illegible]

Квалитеты 5 и 6

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

### Квалитет 7

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	<i>F7</i>	<i>G7</i>	<i>H7</i>	<i>J<sub>s</sub>7</i>	<i>K7</i>	<i>M7</i>	<i>N7</i>	<i>P7</i>	<i>R7</i>	<i>S7</i>	<i>T7</i>
	Предельные отклонения, 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	- -
Свыше 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	- -
Свыше 6 до 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	- -
Свыше 10 до 14	+34 +16	+24 +6	+18 0	+9 -9	+6 -12	0 -18	-5 -23	-11 -29	-16 -34	-21 -39	- -
Свыше 14 до 18											
Свыше 18 до 24	+41 +20	+28 +7	+21 0	+10 -10	+6 -15	0 -21	-7 -28	-14 -35	-20 -41	-27 -48	- -33
Свыше 24 до 30											-54
Свыше 30 до 40	+50 +25	+34 +9	+25 0	+12 -12	+7 -18	0 -25	-8 -33	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64
Свыше 40 до 50											-45
Свыше 50 до 65	+60 +30	+40 +10	+30 0	+15 -15	+9 -21	0 -30	-9 -39	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85
Свыше 65 до 80									-32 -62	-48 -78	-64 -94
Свыше 80 до 100	+71 +36	+47 +12	+35 0	+17 -17	+10 -25	0 -35	-10 -45	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113
Свыше 100 до 120									-41 -76	-66 -101	-91 -126
Свыше 120 до 140									-48 -88	-77 -117	-107 -147
Свыше 140 до 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50 -90	-85 -125	-119 -159
Свыше 160 до 180									-53 -93	-93 -133	-131 -171
Свыше 180 до 200									-60 -106	-105 -151	-149 -195
Свыше 200 до 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63 -109	-113 -159	-163 -209
Свыше 225 до 250									-67 -113	-123 -169	-179 -225
Свыше 250 до 280	+108 +56	+69 +17	+52 0	+26 -26	+16 -36	0 -52	-14 -66	-36 -88	-74 -126	-138 -190	-198 -250
Свыше 280 до 315									-78 -130	-150 -202	-220 -272
Свыше 315 до 355									-87 -144	-169 -226	-247 -304
Свыше 355 до 400	+119 +62	+75 +18	+57 0	+28 -28	+17 -40	0 -57	-16 -73	-41 -98	-144 -93	-226 -187	-304 -273
Свыше 400 до 450									-150 -103	-244 -209	-330 -307
Свыше 450 до 500	+131 +68	+83 +20	+63 0	+31 -31	+18 -45	0 -63	-17 -80	-45 -108	-166 -109	-272 -229	-370 -337
									-172 -292	-229 -400	-337 -400

# Квалитеты 8 и 9

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

### Квалитеты от 10 до 12

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	<i>D</i> 10	<i>H</i> 10	<i>J</i> <sub>s</sub> 10	<i>A</i> 11	<i>B</i> 11	<i>C</i> 11	<i>D</i> 11	<i>H</i> 11	<i>J</i> <sub>s</sub> 11*	<i>B</i> 12	<i>H</i> 12	<i>J</i> <sub>s</sub> 12*
Предельные отклонения, мкм												
От 1 до 3	+60 +20	+40 0	+20 -20	+330 +270	+200 +140	+120 +60	+80 +20	+60 0	+30 -30	+240 +140	+100 0	+50 -50
Свыше 3 до 6	+78 +30	+48 0	+24 -24	+345 +270	+215 +140	+145 +70	+105 +30	+75 0	+37 -37	+260 +140	+120 0	+60 -60
Свыше 6 до 10	+98 +40	+58 0	+29 -29	+370 +280	+240 +150	+170 +80	+130 +40	+90 0	+45 -45	+300 +150	+150 0	+75 -75
Свыше 10 до 14	+120 +50	+70 0	+35 -35	+400 +290	+260 +150	+205 +95	+160 +50	+110 0	+55 -55	+330 +150	+180 0	+90 -90
Свыше 14 до 18												
Свыше 18 до 24	+149 +65	+84 0	+42 -42	+430 +300	+290 +160	+240 +110	+195 +65	+130 0	+65 -65	+370 +160	+210 0	+105 -105
Свыше 24 до 30												
Свыше 30 до 40	+180 +80	+100 0	+50 -50	+470 +310 +480	+330 +170 +340	+280 +120 +290	+240 +80	+160 0	+80 -80	+420 +170 +430	+250 0	+125 -125
Свыше 40 до 50				+320 +530	+180 +380	+130 +330				+180 +490		
Свыше 50 до 65	+220 +100	+120 0	+60 -60	+340 +550	+190 +390	+140 +340	+290 +100	+190 0	+95 -95	+190 +500	+300 0	+150 -150
Свыше 65 до 80				+360 +600	+200 +440	+150 +390				+200 +570		
Свыше 80 до 100	+260 +120	+140 0	+70 -70	+380 +630	+220 +460	+170 +400	+340 +120	+220 0	+110 -110	+220 +590	+350 0	+175 -175
Свыше 100 до 120				+410	+240	+180				+240		
Свыше 120 до 140				+710 +460	+510 +260	+450 +200				+660 +260		
Свыше 140 до 160	+305 +145	+160 0	+80 -80	+770 +520	+530 +280	+460 +210	+395 +145	+250 0	+125 -125	+680 +280	+400 0	+200 -200
Свыше 160 до 180				+830 +580	+560 +310	+480 +230				+710 +310		
Свыше 180 до 200				+950 +660	+630 +340	+530 +240				+800 +340		
Свыше 200 до 225	+355 +170	+185 0	+92 -92	+1030 +740	+670 +380	+550 +260	+460 +170	+290 0	+145 -145	+840 +380	+460 0	+230 -230
Свыше 225 до 250				+1110 +820	+710 +420	+570 +280				+880 +420		
Свыше 250 до 280	+400 +190	+210 0	+105 -105	+1240 +920	+800 +480	+620 +300	+510 +190	+320 0	+160 -160	+1000 +480	+520 0	+260 -260
Свыше 280 до 315				+1370 +1050	+860 +540	+650 +330				+1060 +540		
Свыше 315 до 355	+440 +210	+230 0	+115 -115	+1560 +1200	+960 +600	+720 +360	+570 +210	+360 0	+180 -180	+1170 +600	+570 0	+285 -285
Свыше 355 до 400				+1710 +1350	+1040 +680	+760 +400				+1250 +680		
Свыше 400 до 450	+480 +230	+250 0	+125 -125	+1900 +1500	+1160 +760	+840 +440	+630 +230	+400 0	+200 -200	+1390 +760	+630 0	+315 -315
Свыше 450 до 500				+2050 +1650	+1240 +840	+880 +480				+1470 +840		

### Квалитеты от 13 до 17

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	<i>H</i> 13*	<i>J</i> <sub>s</sub> 13*	<i>H</i> 14*	<i>J</i> <sub>s</sub> 14*	<i>H</i> 15*	<i>J</i> <sub>s</sub> 15*	<i>H</i> 16*	<i>J</i> <sub>s</sub> 16*	<i>H</i> 17*	<i>J</i> <sub>s</sub> 17*
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125	+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500
Свыше 3 до 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150	+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600
Свыше 6 до 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180	+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750
Свыше 10 до 14	+270 0	+135 -135	+430 0	+215 -215	+700 0	+350 -350	+1100 0	+550 -550	+1800 0	+900 -900
Свыше 14 до 18										
Свыше 18 до 24	+330	+165	+520	+260	+840	+420	+1300	+650	+2100	+1050
Свыше 24 до 30	0	-166	0	-260	0	-420	0	-650	0	-1050
Свыше 30 до 40	+390	+195	+620	+310	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250
Свыше 40 до 50	0	-195	0	-310	0	-500	0	-800	0	-1250
Свыше 50 до 65	+460	+230	+740	+370	+1200	+600	+1900	+950	+3000	+1500
Свыше 65 до 80	0	-230	0	-370	0	-600	0	-950	0	-1500
Свыше 80 до 100	+540	+270	+870	+435	+1400	+700	+2200	+1100	+3500	+1750
Свыше 100 до 120	0	-270	0	-435	0	-700	0	-1100	0	-1750
Свыше 120 до 140										
Свыше 140 до 160	+630 0	+315 -315	+1000 0	+500 -500	+1600 0	+800 -800	+2500 0	+1250 -1250	+4000 0	+2000 -2000
Свыше 160 до 180										
Свыше 180 до 200										
Свыше 200 до 225	+720 0	+360 -360	+1150 0	+575 -575	+1850 0	+925 -925	+2900 0	+1450 -1450	+4600 0	+2300 -2300
Свыше 225 до 250										
Свыше 250 до 280	+810	+405	+1300	+650	+2100	+1050	+3200	+1600	+5200	+2600
Свыше 280 до 315	0	-405	0	-650	0	-1050	0	-1600	0	-2600
Свыше 315 до 355	+890	+445	+1400	+700	+2300	+1150	+3600	+1800	+5700	+2850
Свыше 355 до 400	0	-445	0	-700	0	-1150	0	-1800	0	-2850
Свыше 400 до 450	+970	+485	+1550	+775	+2500	+1250	+4000	+2000	+6300	+3150
Свыше 450 до 500	0	-485	0	-775	0	-1250	0	-2000	0	-3150



## **Лабораторная работа №1**

**Тема:** «Измерение размеров деталей штангенциркулем».

**Цель занятия:** изучить устройство, назначение штангенциркуля, его подготовку к измерениям, приемы измерения и отсчетов показаний. Освоить методы и приёмы измерений.

### **Необходимые материалы:**

1. Тетрадь для практических занятий.
2. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Допуски и технические измерения».
3. Штангенинструмент.
4. Детали.
5. Линейка, карандаш, ручка.

### **Порядок выполнения задания:**

1. Изучите методические указания, порядок и последовательность выполнения.
2. Ознакомиться с правилами обращения со штангенциркулем.
3. Ознакомиться с правилами подготовки и проведения измерений.
4. Изучите устройство, принцип действия и технические данные используемых инструментов и приборов.
5. Выполнить эскиз штангенциркуля.
6. Выполнить эскиз детали.
7. Замерить размеры всех выступов, проставить размеры на эскизе.

### **Общие теоретические сведения.**

Штангенинструменты являются средствами для линейных измерений, для которых характерно наличие линейного нониуса (дополнительной шкалы) для отчета целых и дробных величин цены деления штанги. Принцип построения нониуса заключается в совмещении двух шкал с неодинаковой ценой деления, основной и вспомогательной (нониуса).

Штангенциркулем называется средство для измерения линейных размеров.

ГОСТ 166-80 предусматривает изготовление трех типов штангенциркулей:

- ШЦ - I с ценой деления 0,1 мм
- ШЦ – II с ценой деления 0,05 мм
- ШЦ- III с ценой деления 0,05 мм и 0,1 мм

Штангенциркуль ШЦ-1 предназначен для наружных и внутренних измерений и для измерения глубин.

### **Правила обращения со штангенциркулем.**

1. Перед началом работы протереть штангенциркуль чистой тканью, удалив смазку и пыль. Нельзя очищать инструмент шлифовальной шкуркой или ножом.

2. Нельзя класть инструмент на нагревательные приборы.
3. Измерять можно только чистые детали без задиров, заусенцев, царапин.
4. Нельзя измерять сильно охлажденные детали.
5. Не разрешается измерять плоскости движущихся и вращающихся деталей на ходу.
6. Хранить инструмент следует в сухом месте, защищенном от солнца и искусственного нагрева, при температуре не ниже 5°C.
7. Губки штангенциркуля имеют острые концы, поэтому при измерении нужно соблюдать осторожность.
8. Не допускать перекоса губок штангенциркуля. Фиксировать их положение зажимным винтом.
9. При чтении показаний на измерительных шкалах держать штангенциркуль прямо перед глазами.

На предприятиях штангенциркуль является одним из основных измерительных инструментов. Им пользуются рабочие различных специальностей и контролёры станочных и слесарных работ. В настоящее время всё чаще применяют штангенциркули с цифровыми индикаторами (на батарейках), позволяющие измерять детали с точностью до 0,01 мм.

### **Устройство штангенциркуля.**

Штангенциркуль (рис.3.1) представляет собой штангу 1, на которой нанесена шкала с ценой деления 1мм, по штанге 1 передвигается рамка 3 со вспомогательной шкалой нониусом 5. Штангенциркуль снабжен губками для наружных и внутренних измерений 2, а также зажимом 4 к рамке 3 прикреплена линейка глубиномера 6. Нониус является вспомогательной шкалой, позволяющий отсчитывать доли деления шкалы штанги. Он нанесен на скошенной поверхности рамки или отдельной пластинки, укрепленной в окне рамки.

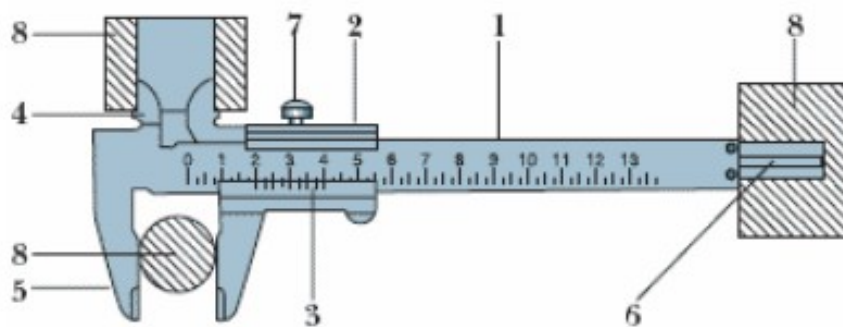


Рис. 3.1

Примеры использования штангенциркуля приведены на рисунках. На рис. 3.2 показан пример измерения внешних размеров штангенциркулем, рис. 3.3 — внутренних размеров, рис. 3.4 — глубины.

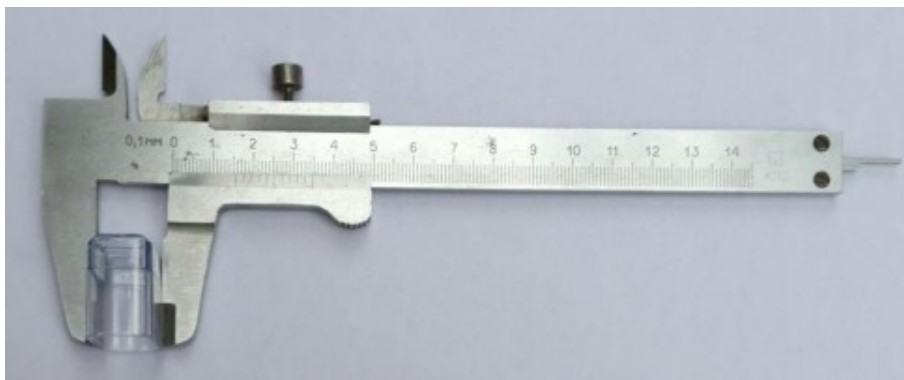


Рис. 3.2

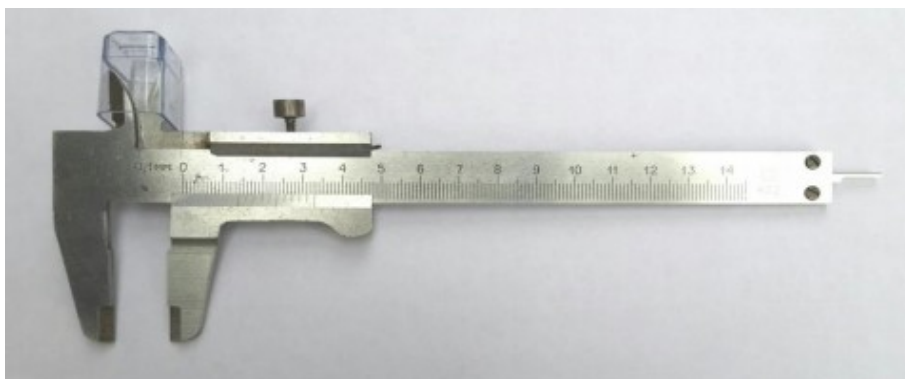


Рис. 3.3



Рис.3.4

### **Правила подготовки и проведения измерений.**

#### *Подготовка к измерениям.*

1. Тщательно протереть поверхности детали, подлежащие контролю, для удаления налипших частичек металла, например стружки.
2. Протереть измерительные поверхности губок штангенциркуля.
3. Проверить готовность штангенциркуля к проведению измерений, в частности проверить правильность установки на «нуль»; нулевые штрихи нониуса и штанги должны точно совпадать.

**Внимание!** Если совпадение деталей отсутствует, то проводить измерения нельзя. В этом случае необходимо либо устранить неточность инструмента, либо заменить его, чтобы вновь выполнить измерения.

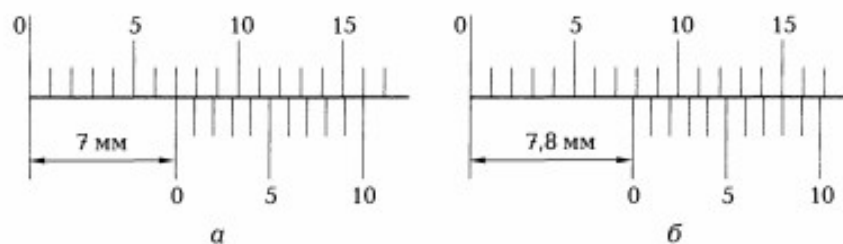
### *Проведение измерений.*

При проведении измерений деталь должна быть в левой руке, причем необходимо удерживать деталь недалеко от губок штангенциркуля. Одновременно большим пальцем правой руки, которая поддерживает его штангу (шейку), необходимо перемещать рамку до плотного соприкосновения измерительных губок штангенциркуля с измеряемой поверхностью, не допуская их перекоса. Положение рамки необходимо закрепить зажимным винтом.

Для точного отсчета показаний со шкал штанги и нониуса штангенциркуля необходимо держать прямо перед глазами.

### **Порядок отсчета показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса:**

1. Читают число целых миллиметров, для этого находят на основной шкале штанги штрих, ближайший слева к нулевому штриху нониуса и запоминают его числовое значение
2. Читают доли миллиметра, для этого на шкале нониуса находят штрих, совпадающий со штрихом шкалы штанги и умножают его порядковый номер на цену деления (0,1мм) нониуса.
3. Подсчитывают полную величину показания штангенциркуля, для этого складывают число целых миллиметров и долей миллиметра.

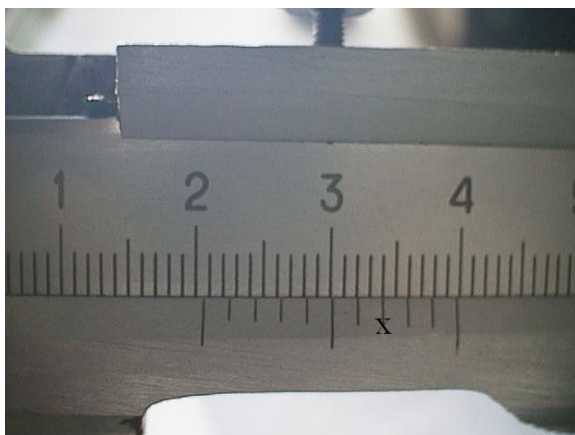


Отсчет по нониусу:

*a* — измеряемый размер равен 7 мм; *б* — измеряемый размер равен 7,8 мм

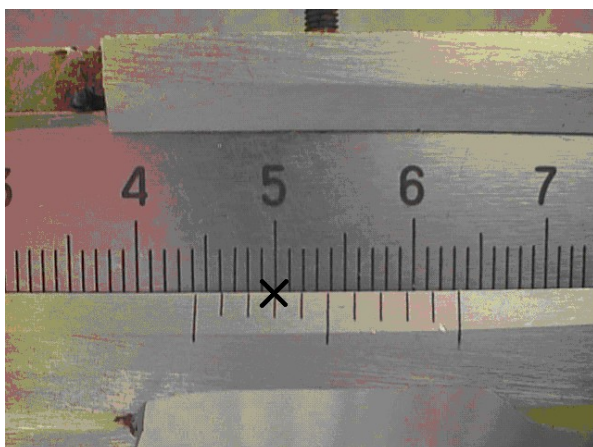
*Пример 1* определения размера по показаниям штангенциркуля ШЦ-I.

Крестиком указан штрих нониуса, совпадающий со штрихом основной шкалы.



Ответ: 20,7 мм

### Пример 2



Ответ: 44,3

### Контрольные вопросы

1. Что такое пределы измерений, диапазон показаний, цена деления, погрешность?
2. Чем характерны штангенинструменты?
3. Какие существуют виды штангенциркулей?
4. Как определяются целые миллиметры у штангенциркуля?
5. Как определяются дробные доли миллиметра у штангенциркуля?
6. С какой целью применяют штангенциркуль?
7. Сколько шкал имеет штангенциркуль?
8. Какова точность измерения штангенциркулями?
9. Какие параметры можно измерить штангенциркулем?

## **Лабораторная работа №2**

**Тема:** «Измерение деталей микрометром МК».

**Цель занятия:** изучить устройство, назначение микрометра, его подготовку к измерениям, приемы измерения и отсчетов показаний.

### **Необходимые материалы:**

1. Тетрадь для практических занятий.
2. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Допуски и технические измерения».
3. Микрометр.
4. Детали.
5. Линейка, карандаш, ручка.

### **Порядок выполнения задания:**

1. Изучите методические указания, порядок и последовательность выполнения.
2. Ознакомиться с правилами обращения с микрометром.
3. Ознакомиться с правилами подготовки и проведения измерений.
4. Изучите устройство, принцип действия и технические данные используемых инструментов и приборов.
5. Зарисовать микрометр и указать его устройство.
6. Замерить размеры детали.

### **Общие теоретические сведения.**

На производстве, а иногда и в быту, когда точность показаний штангенциркуля становится недостаточно, на помощь приходит микрометр. Микрометр предназначен для измерения контактным методом относительно малых линейных величин с высокой точностью.

В отличие от других ручных средств измерений, например, штангенциркуля, он позволяет получать данные с точностью до сотых долей миллиметра, т.е. до микрон. Можно измерять толщину деталей, их диаметр или сечение. Это требуется для контроля размеров, подгонки элементов, выполнения дублей деталей.

Существуют микрометры различных типов. Наиболее распространены так называемые гладкие приборы. Они находят применение как в профессиональной сфере, так и в быту.

### **Типы микрометров**

1. В зависимости от назначения и конструкции различают приборы следующих типов:

МК — наиболее известные микрометры гладкие. Применяются для измерения наружных размеров.

МЛ — листовые. Предназначены для измерения толщины листов и лент. Снабжены циферблатом.

МТ — трубные. Предназначены для измерения толщины стенок труб.

МЗ — зубомерные. Позволяют измерять общие нормали цилиндрических зубчатых колес. Это важный вид контроля качества изготовления зубьев.

МГ — микрометрические головки. С их помощью измеряют перемещение.

МП — микрометры, предназначенные для измерения толщины проволоки.

## 2. В зависимости от длины передвигного шпинделя (винта) микрометры

классифицируют по типоразмерам. Приборостроительная промышленность производит устройства для измерения размера деталей в диапазонах:

1. от 0 до 25 мм,
2. от 25 до 50 мм,
3. от 50 до 75 мм,
4. до 500–600 мм.

Приборы отличаются не только по индикации показаний и сфере их применения, но еще и по таким критериям, как погрешности или точность, цена деления (шаг деления), а также размер МК. Погрешность влияет на точность конечных показаний, поэтому, чем больше величина, тем менее точный получается результат. Цена деления шкалы влияет на принцип исчисления измерений. Размер инструмента влияет на возможность измерения соответствующих деталей, то есть мелкие или крупные.

### **Правила обращения с микрометром.**

Необходимо правильно ухаживать за инструментом. Срок службы его напрямую зависит от качества эксплуатации и хранения.

1. Не разрешается измерять микрометром и микрометрическим инструментом грубообработанные поверхности и особенно детали, покрытые наждачной и металлической пылью, окалиной, стальные отливки и т. д.

2. Запрещается измерять микрометром и микрометрическим инструментом нагретые детали и не следует продолжительное время держать их в руке, так как при этом показания будут неточными. Измерения следует производить при температуре 20° С.

3. В процессе измерения барабан трещетки следует вращать плавно и не слишком быстро. Резкая подача микрометрического винта и сильный зажим измеряемой детали вызывают неправильные показания и преждевременный износ винта. Перед использованием микрометра надо освободить стопор.

4. Нельзя пользоваться микрометром как скобой. Такой способ измерения приводит к быстрому износу измерительных поверхностей.

5. При пользовании микрометром и микрометрическим инструментом их надо класть на сухую, чистую поверхность.

6. По окончании работы микрометр и микрометрический инструмент следует тщательно протереть, стопоры ослабить, измерительные поверхности немного развести.

7. Хранить микрометры и микрометрический инструмент нужно в деревянном футляре. Для длительного хранения микрометр следует промыть в чистом авиационном бензине, насухо протереть и смазать техническим вазелином. Нельзя хранить микрометры в сырых помещениях и при резких колебаниях температуры.

8. Не допускать падения прибора, так как он может выйти из строя

#### Устройство гладкого микрометра типа МК-25

Основные элементы конструкции гладкого микрометра представлены на рисунке ниже и обозначены цифрами:



- 1 - Скоба.  
Она должна быть жесткой, поскольку её малейшая деформация приводит к соответствующей ошибке измерения.
- 2 - Пятка.  
Она может быть запрессована в корпус, а может быть сменной у микрометров с большим диапазоном измерений (500 – 600 мм, 700 – 800 мм и т.д.).
- 3 - Микрометрический винт, который перемещается при вращении трещотки 7.
- 4 - Стопорное устройство.  
У микрометра на рисунке оно выполнено в виде винтового зажима. Используется для фиксации микрометрического винта при настройке прибора или снятии показаний.
- 5 - Стебель.  
На него нанесены две шкалы: пронумерованная (основная) показывает количество целых миллиметров, дополнительная – количество половин миллиметров.
- 6 – Барабан.  
По нему отсчитывают десятые и сотые доли миллиметра. Торцевой барабан также является указателем для шкалы стебля 5.
- 7 - Трещотка для вращения микрометрического винта 3 и регулировки усилия, прикладываемого к измерительным поверхностям прибора.
- 8 - Эталон, который служит для проверки и настройки инструмента.  
Не предусмотрен для некоторых моделей микрометров МК-25.

#### **Правила подготовки и проведения измерений.**

*Подготовка к измерениям.*



1. Тщательно протереть чистой мягкой тканью поверхности детали, подлежащие контролю, для удаления налипших частичек металла, например стружки.
2. Проверить жесткость крепления пятки и стебля микрометра в скобе.
3. Протереть измерительные поверхности пятки и микрометрического винта.
4. Проверить готовность микрометра к проведению измерений, в частности проверить правильность установки на «ноль». Для этого у МК-25 соединяют между собой рабочие поверхности пятки и микрометрического винта усилием трещотки (3 - 5 щелчков). Если прибор настроен правильно, его показания будут равны 0,00.

**Внимание!** Если прибор настроен неправильно, то проводить измерения нельзя. В этом случае необходимо либо устранить неточность инструмента, либо заменить его, чтобы вновь выполнить измерения.

Проверку нулевых показаний микрометра проводят каждый раз перед началом работы, при необходимости выполняют настройку. Ниже приведена общая последовательность действий.

Для проверки микрометров с диапазоном измерений 25 - 50 мм, 50 - 75 мм и более используют соответствующие им эталоны (концевые меры длины), точный размер которых известен. Эталон, имеющий чистую торцевую поверхность, должен быть зажат без перекосов между измерительными поверхностями прибора усилием трещотки в несколько щелчков. Полученное значение сравнивают с известным, а при необходимости выполняют настройку микрометра в следующей последовательности.

### Настройка на ноль

- а) Фиксируют микрометрический винт при помощи стопорного устройства в положении с зажатой концевой мерой или соединенными вместе измерительными поверхностями.
- б) Разъединяют барабан и микрометрический винт между собой. Для этого придерживают одной рукой барабан, а другой отворачивают корпус трещотки (достаточно полуоборота). Также возможна конструкция прибора, в которой соединение барабана с микрометрическим винтом осуществлено с помощью винта или прижимной гайки с углублением. В этом случае воспользуйтесь ключом, идущим в комплекте.
- в) Нулевой штрих барабана совмещается с продольным штрихом стебля. После этого барабан вновь соединяют с микрометрическим винтом, проводят новую проверку. Настройка повторяется при необходимости.



### Проведение измерений.

При измерении микрометр берут левой рукой за скобу, а большим и указательным пальцами правой руки вращают головку барабана до тех пор, пока измерительные поверхности микрометра не будут охватывать измеряемую часть детали.

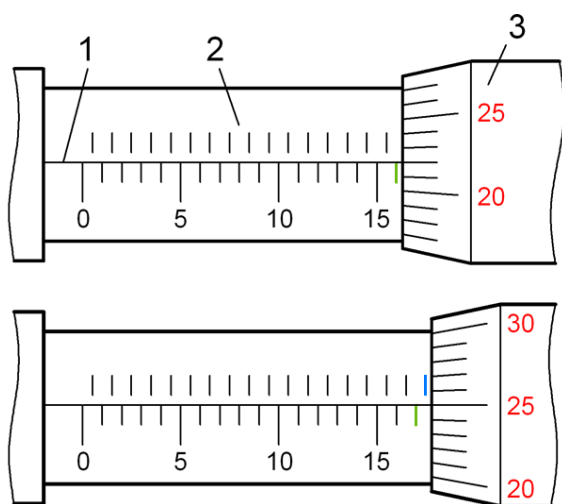
Затем вращением винта с трещоткой сводят измерительные поверхности до плотного соприкосновения их с измеряемой деталью и появления щелчков трещотки (не более трех!).

При этом важно избежать перекоса детали относительно оси измерения, для чего правильное положение находят покачиванием микрометра.

Результат измерений размера микрометром подсчитывается как сумма отсчетов по шкале стебля 5 и барабана 6. На стебле нанесены 2 шкалы: снизу – с ценой деления 1 мм и сверху – 0,5 мм. Цена шкалы барабана — 0,01 мм.

### Определение показаний прибора

Указателем при отсчете по шкале 2 стебля служит торец барабана, а продольный штрих 1 является указателем для круговой шкалы 3. Пронумерованная шкала стебля показывает количество миллиметров, а его дополнительная шкала служит для подсчета половин миллиметров.



Отметим последний полностью открытый барабаном штрих миллиметровой шкалы стебля. Его значение составляет целое число миллиметров, и на рисунке он обозначен зеленым цветом. Если правее этого штриха имеется открытый штрих дополнительной шкалы (выделен голубым), нужно прибавить 0,5 мм к полученному значению.

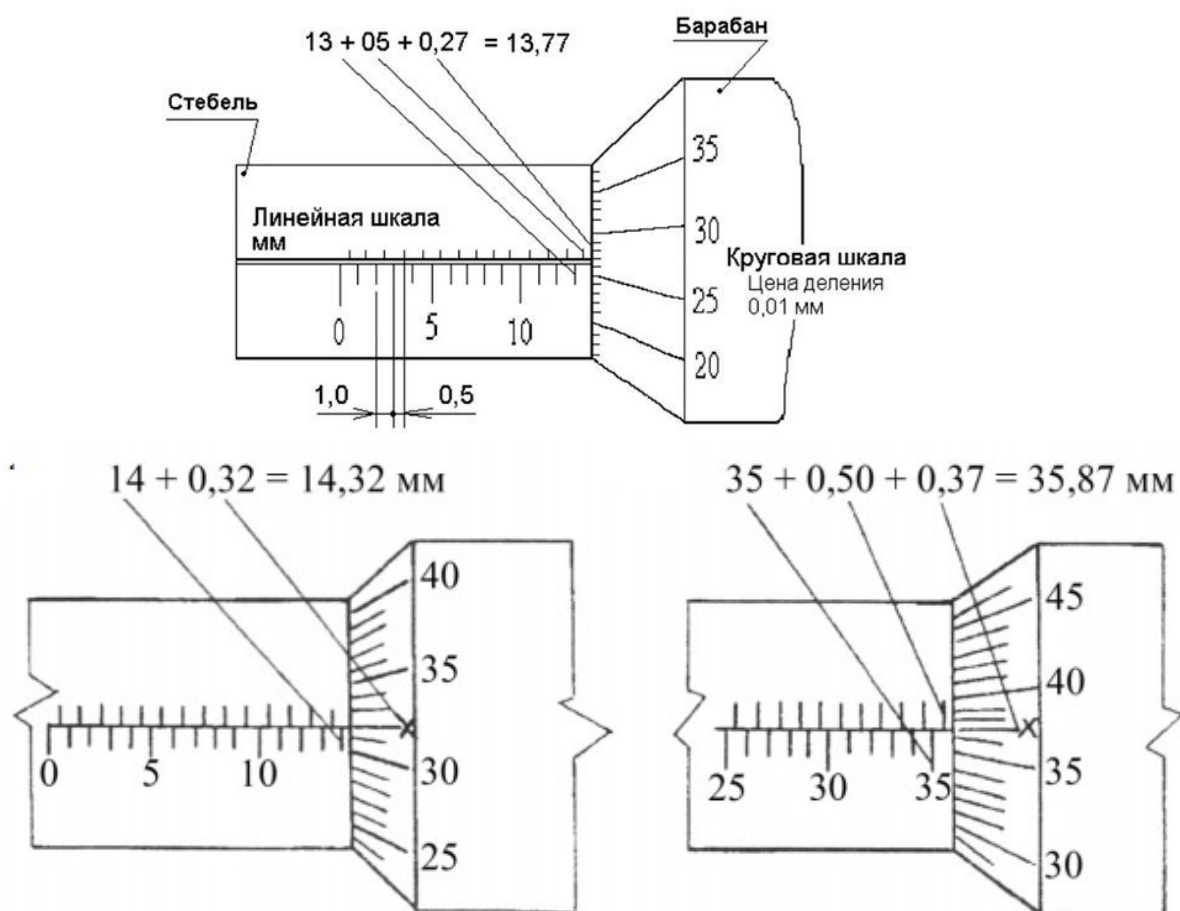
При отсчете показаний круговой шкалы 3 в расчет берут то её значение, которое совпадает с продольным штрихом 1. Таким образом, на верхнем изображении показания прибора составляют:

- $16 + 0,22 = 16,22$  мм.
- $17 + 0,5 + 0,25 = 17,75$  мм.

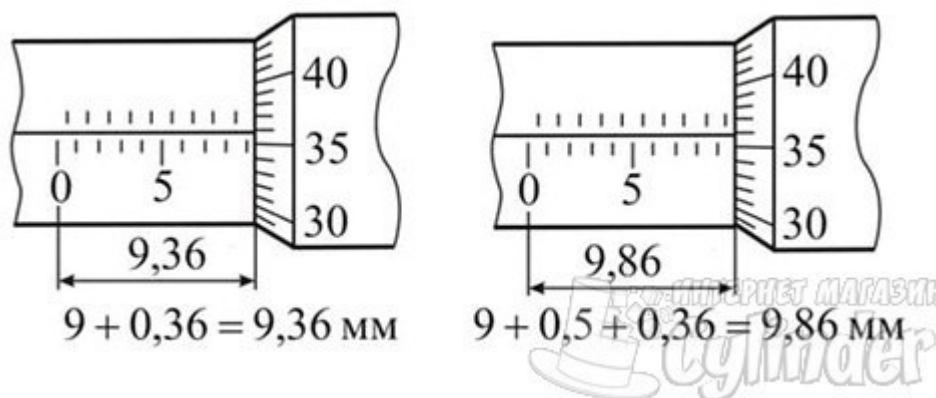
Распространенной ошибкой является случай, когда неверно учитывают (или не учитывают) величину 0,5 мм. Это связано с тем, что ближайший к барабану штрих дополнительной

шкалы может быть открыт частично. При необходимости проверьте себя с помощью штангенциркуля.

### Пример.



Сложности при измерительных манипуляциях возникают не при установке ноля, а при считывании показаний.



1. По первой схеме видно, что для начала уточняем целое число, которое равно значению «9». Это значит, что деталь имеет толщину 9 мм. Далее выясняем значения после запятой, то есть сотые доли

2. Смотрим на верхнюю шкалу неподвижного основания. Если после целого числа в нижней части сверху нет риски, значит сразу надо переходить к выявлению показаний на подвижной шкале. На рисунке это значение составляет 0,36 мм. В итоге получается, что значение равно 9,36 мм
3. Если же на неподвижной шкале сверху есть риска после целого числа снизу, значит прибавляется к значению 0,5 мм. В итоге получаем значение следующей величины 9,86 мм

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите назначение и устройство микрометрических инструментов.
2. Перечислите основные метрологические показатели микрометрических инструментов.
3. Объясните методику измерения размеров деталей с помощью микрометрических инструментов.
4. Для чего микрометр снабжен трещоткой?
5. Какие геометрические параметры деталей можно измерить микрометром?
6. Сколько шкал имеет микрометр?
7. Зачем производят установку микрометра на ноль?
8. Назовите последовательность установки резьбового микрометра «на ноль».
9. Как производится отсчёт измерения по микрометру?

1. Никифоров А.Д., Бакиев Т.А.. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: Высшая школа, 2015.
2. Лифиц И.М.. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. М.: Юрайт, 2008.
3. А.Г. Сергеев, В.В. Крохин. Метрология. М.: Логос, 2017.
4. ГОСТ 8.417-2002 - единицы физических величин,
5. Ганевский Г.М., Гольдин И.И. /Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении : Учеб.для нач.проф.образования.- М.: ПрофОбрИздат: ИРПО, 2017. – 288с.: ил
6. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения / Козловский Н.С., Виноградов А.Н. - М.: Машиностроение, 2018.-284с., ил.
7. Допуски и посадки: Справочник / под ред. В. Д. Мягкова. Ч.1. – Л.: Машиностроение, 2016. – 544 с.
8. Допуски и посадки: Справочник / под ред. В. Д. Мягкова. Ч. 2 – Л.: Машиностроение, 2016. – 448 с.
9. Якушев А. И., Воронцов Л. Н., Федотов Н. М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М. : Машиностроение, 2016. – 352 с.