

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНК

\_\_\_\_\_ В.Н. Бориков

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ИЗМЕРЕНИЕ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛА  
ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ И МИКРОМЕТРОМ**

Лабораторная работа №1

*Методические указания к выполнению*  
**лабораторной работы по курсу**  
**«Общая теория измерений»**  
**для студентов IV курса,**  
по направлению 200100 «Приборостроение»

Издательство

Томского политехнического университета

2015

*Цель работы* – приобретение навыков пользования штангенциркулем, штангенглубиномером и микрометром; определение годности деталей (соответствие чертежу).

*Средства измерения и измеряемые объекты:*

- а) ступенчатый вал и его чертеж;
- б) штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм и пределами измерения 0...250 мм;  
штангенциркуль с ценой деления 0,1 мм и пределами измерения 0...150 мм;
- в) штангенглубиномер с ценой деления 0,05 мм и пределами измерения 0...250 мм;
- г) два микрометра для измерений с ценой деления 0,01 мм с пределами измерения 0...25 и 25...50 мм.

*Требуется* путем измерения вала выявить соответствие между его фактическими размерами и предельными, допускаемыми по ГОСТ 25347–82.

## **1. Теоретические сведения**

Различают номинальный, действительный и предельный размеры.

Номинальный размер – размер, который указывают на чертеже на основании инженерных расчетов, опыта проектирования, обеспечения конструктивного совершенства или удобства изготовления детали (изделия).

В производстве невозможно выполнить абсолютно точно требуемые размеры деталей. Некоторая погрешность вносится также при измерении. Поэтому существует понятие – действительный размер детали.

Так называют размер, полученный в результате измерения с погрешностью мерительного инструмента.

Для определения допускаемого диапазона требуемых размеров устанавливают предельные размеры детали. Такими называются наибольшее и наименьшее допустимые значения размера, между которыми должен

находиться действительный размер годной детали. Большой из них называется наибольшим предельным размером, меньший – наименьшим предельным размером.

Сравнение действительного размера с предельными дает возможность судить о годности детали.

Для упрощения чертежей введены предельные отклонения от номинального размера, проставляемые рядом с этим размером.

Верхним предельным отклонением называется алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами; нижним предельным отклонением – алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами. Действительным отклонением называется алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами. Отклонение является положительным, если предельный или действительный размер больше номинального, и отрицательным, если указанные размеры меньше номинального.

Допуском  $T$  называется разность между наибольшим и наименьшим допустимыми значениями того или иного параметра. Допуск размера – разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Он равен также алгебраической разности между верхним и нижним отклонениями.

Допуск – величина всегда положительная. Он определяет величину допустимого рассеяния действительных размеров годных деталей в партии, то есть заданную точность изготовления.

При схематическом изображении полей допусков предельные отклонения размеров откладываются по вертикали в определенном масштабе от линии, условно соответствующей номинальному размеру, называемой нулевой линией.

Положительные отклонения откладываются вверх от нулевой линии, а отрицательные – вниз.

Термин «поле допуска» безотносительно к схематическому изображению допусков, определяет интервал размеров годной детали, ограниченный предельными размерами.

Все вышеперечисленные элементы, относящиеся к отверстию, обозначаются прописными буквами, относящиеся к валу – строчными.

Таблица 1

Наименование параметра	Буквенное обозначение	
	Отверстие	Вал
Номинальный диаметр	$D$	$d$
Наибольший предельный диаметр	$D_{\max}$	$d_{\max}$
Наименьший предельный диаметр	$D_{\min}$	$d_{\min}$
Верхнее предельное отклонение	$ES$	$ei$
Нижнее предельное отклонение	$EI$	$ei$
Верхнее предельное отклонение	$TD$	$Td$

## 2. Средства измерения и методика измерения

Измерение наружного размера валов с помощью микрометра (рис. 1).

Перед измерением тщательно протереть измерительные плоскости микрометра – торец микрометрического винта 3 и торец пятки 2, запрессованной в скобу 1; проверить плавность хода микровинта и нулевую установку. Для микрометра с пределом измерения 25...50 мм измерительные плоскости микрометра приводят в соприкосновение с эталоном длиной 25 мм. Если нулевая установка сбита, следует вновь протереть измерительные поверхности, привести их в соприкосновение под усилием трещотки 8, закрепить микровинт 3 стопором 4 и осторожно отвернуть установочный колпачок 7 на пол-оборота. При этом барабан 6 освобождается; вращая его, совместить нулевой штрих с продольной линией стебля 5. После этого барабан закрепить колпачком 7.

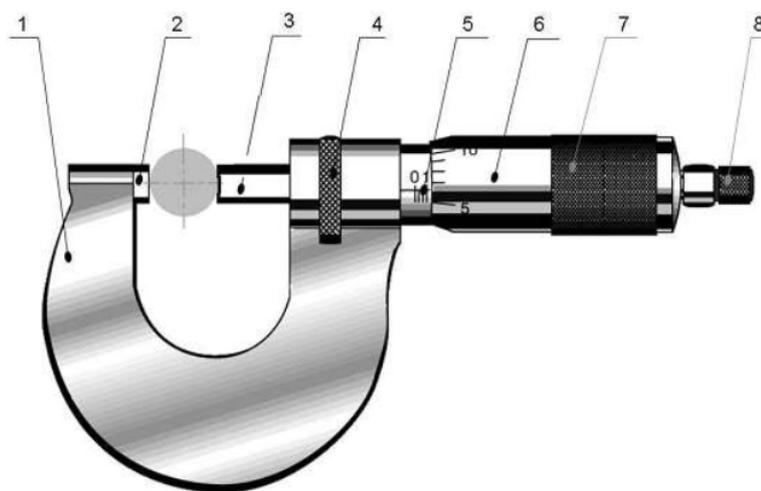


Рис. 1 Микрометр

Измерение микрометром производят, пользуясь трещоткой. Использование барабана для подвинчивания микровинта не допустимо. Не следует пользоваться микрометром с застопоренным микровинтом как жесткой скобой.

Выбор измерительного средства для каждого размера производится в зависимости от величины допуска, установленного для данного размера, и от конструкции детали, руководствуясь тем, что предельная погрешность метода измерения не должна превышать 20...30 % величины допуска на данный размер.

Предельная погрешность измерения с помощью микрометра составляет 10 мкм; с помощью штангенциркуля и штангенглубиномера с ценой деления 0,05 мм составляет 80 мкм.

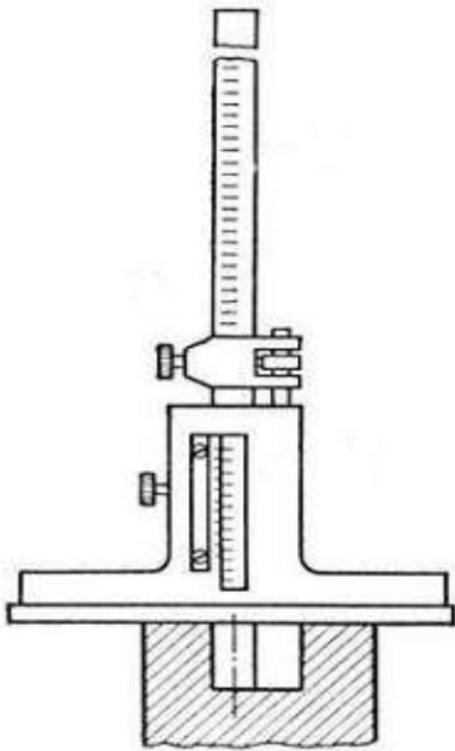


Рис. 2 Штангенглубиномер

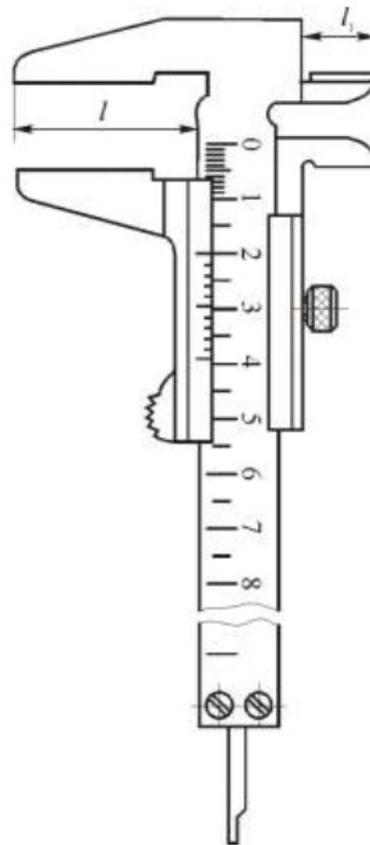


Рис. 3 Штангенциркуль

Зависимость выбора измерительного инструмента от конструкции детали на примере штангенинструмента: при одинаковой точности измерений штангенглубиномером (рис. 2) измеряют размеры уступов, а штангенциркулем – диаметр ступеней. Универсальным штангенциркулем измеряют диаметры и размеры уступов, но точность измерения при этом ниже (рис. 3).

### 3. Порядок выполнения работы

3.1. Выполнить эскиз детали согласно рабочему чертежу (рис. 5).

3.2. В таблицу отчета выписать из ГОСТ 25347–82 предельные допускаемые отклонения для всех размеров, указанных на рабочем чертеже детали.

3.3. Подсчитать предельные размеры, допуски размеров и результаты занести в соответствующие графы таблицы отчета.

3.4. Произвести выбор измерительных средств для измерения каждого размера.

3.5. Определить действительные размеры всех диаметров и длин измеряемой детали с помощью выбранных измерительных средств.

На рис. 1 – 3 показаны основные приемы измерительных операций с помощью микрометрического и штангенинструментов.

Измерение каждого размера производить в трех положениях инструмента по отношению к детали, расположенных под углом  $120^\circ$  одно к другому.

3.6. Среднее арифметическое значение по трем измерениям одного размера принять за действительный размер, сравнить его с предельными допустимыми по ГОСТ 25347–82 и сделать вывод о качестве исполнения данного размера («годный», «брак исправимый», «брак окончательный»). Аналогичное заключение сделать по каждому размеру.

3.7. Вычертить схему расположения полей допусков для трех размеров (по указанию преподавателя), проставить на них числовые значения предельных отклонений, номинального, предельных и действительного размеров.

В качестве примера рассмотрим построение поля допуска для размера вала  $d = 16h8$  (рис. 4).

Данный размер выполнен по 8-му качеству с основным отклонением  $h$ .

Из ГОСТ 25347-82 для 8-го качества, номинального размера 16 мм, лежащего в интервале размеров «свыше 10 мм до 18 мм», и основного отклонения  $h$  верхнее отклонение равно нулю, а нижнее – минус 27 мкм. От нулевой линии  $N-N$  в определенном масштабе откладываем значения

предельных отклонений (в микрометрах), предельные размеры (в мм), которые равны 16 мм и 15,973 мм, и значение действительного размера.

Если действительный размер вала лежит между допускаемыми размерами 16 и 15,973, то деталь «годная», если размер больше 16 мм – «брак исправимый», если же размер меньше 15,973 – «брак окончательный».

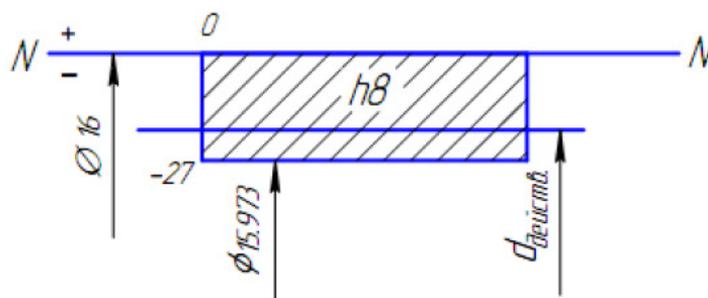


Рис. 4 Схема расположения поля допуска

Примечание. Если номинальный размер детали лежит на границе двух интервалов, то его предельные отклонения находятся по интервалу меньших размеров.

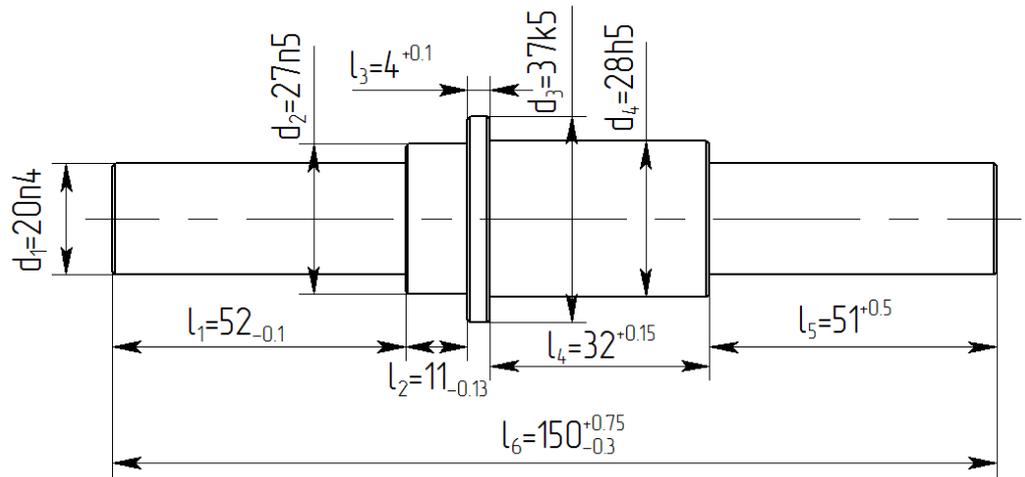
3.8. Дать краткую характеристику инструментов, использованных при выполнении работы (название инструмента, цена деления, пределы измерения).

Таблица 2

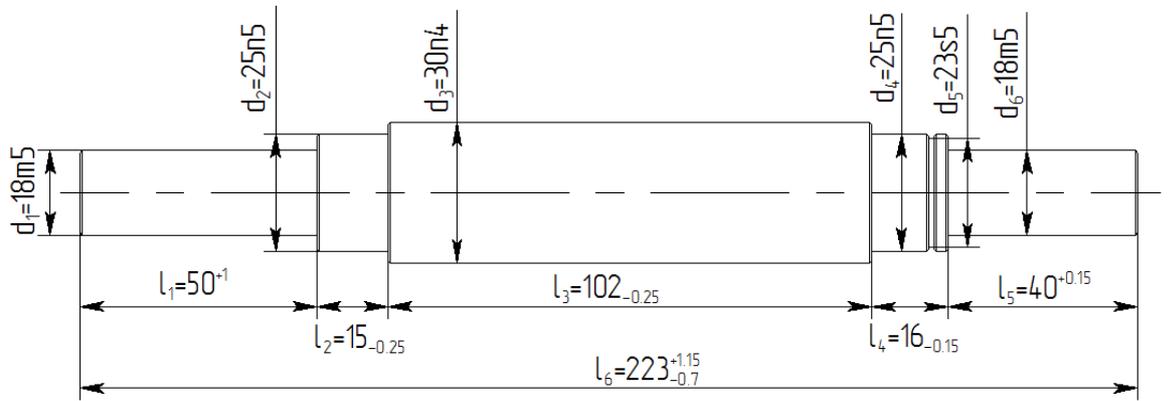
## Результаты измерения

Обозначение размера по эскизу	Размер, указанный на эскизе	Предельные отклонения, мкм		Предельные размеры, мм		Допуск, мкм	Измерительный инструмент	Действительный размер, мм	Заключение о годности размера
		Наибольший	Наименьший	Наибольший	Наименьший				
$d_1$									
$d_2$									
...									
$l_1$									
$l_2$									
...									

№1



№2



№3

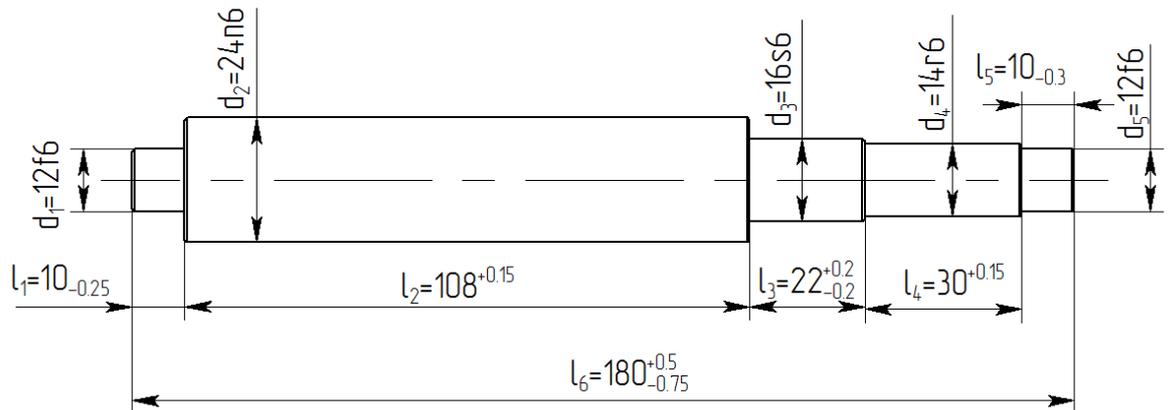


Рис. 5 Рабочий чертеж деталей

#### **4. Контрольные вопросы**

1. Штангенциркуль. Порядок работы, составные части, цена деления.
2. Микрометр. Порядок работы, составные части, цена деления.
3. Что называется квалитетом?
4. Что такое допуск, верхнее, нижнее отклонение размера?
5. Сколько существует квалитетов?
6. Что называется полем допуска?
7. Какой размер называется действительным?
8. Какая линия называется нулевой?

#### **5. Содержание отчета**

- титульный лист, оформленный в соответствии с СТП ТПУ 2.3.05-2006

(Приложение А);

- цель выполнения работы;
- средства измерения и измеряемые объекты;
- задание;
- порядок работы по п. 3.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Отчет по лабораторной работе №1

**ИЗМЕРЕНИЕ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛА  
ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ И МИКРОМЕТРОМ**

*Эскиз вала №\_\_*

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Проверил преподаватель

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Томск - 2015