



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

Измерительные инструменты и приемы измерений

Методические указания по дисциплине

«Метрология, стандартизация и технические измерения»

Авторы

В.П. Димитров

О.А. Голубева

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

«Тип электронного ресурса» предназначен для студентов очных форм обучения направлений 27.03.02 «Управление качеством».

Авторы

д.т.н., профессор,
Декана ф-та ПиТР
Димитров В.П.

к.т.н., доцент
каф. «Управление
качеством»
О.А. Голубева



Цель работы: изучить назначение и устройство универсальных измерительных инструментов, освоить приемы измерения этими инструментами.

1.Оборудование.

- 1.1.Штангенциркули.
- 1.2.Штангенглубиномер.
- 1.3.Штангенрейсмус.
- 1.3.Микрометр.
- 1.4. Микрометрический нутромер (штихмас)
- 1.5. Микрометрический глубиномер.
- 1.6.Различные детали для измерений.

2.Порядок выполнения работы.

- 2.1. Подготовить измерительные инструменты к работе и проверить их исправность.
- 2.2.Изучить устройство и приемы установки измерительных инструментов.
- 2.3. Выбрать необходимое средство измерений и провести измерения.
- 2.4. Результаты измерений занести в отчет и произвести необходимые расчеты.
- 2.5. Составить отчет.

3.Универсальные инструменты для абсолютных измерений

К наиболее распространенным измерительным инструментам относятся штангенинструменты и микрометрические измерительные инструменты.

Штангенинструменты подразделяются на:

- штангенциркули для измерения наружных и внутренних размеров;
- штангенглубиномеры для измерения глубины отверстий, пазов;
- штангенрейсмусы для разметки и измерения высоты изделий (рис. 1).

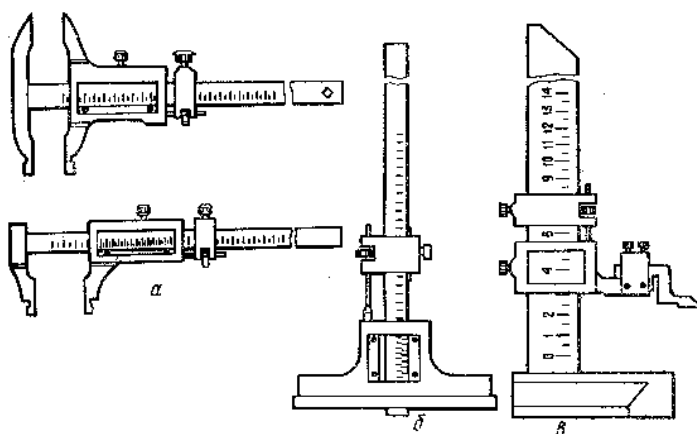


Рис.1. Штангенинструменты:

a — штангенциркули; *б* — штангенглубиномер; *в* — штангенрейсмус

Штангенинструменты всех видов снабжены штангой и специальным устройством — нониусом, по которому отсчитывают дробные доли делений основной шкалы. Нониусы изготавливают с точностью отсчета 0,1 и 0,05 мм.

Штангенциркули бывают трех типов: ШЦ-I, ШЦ-П и ШЦ-1П. Штангенциркули типа ШЦ-I характеризуются двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и снабжены линейкой для определения глубин. Точность отсчета по нониусу составляет 0,1 мм. Штангенциркули типа ШЦ-П изготавливаются с двусторонним расположением губок и служат для измерения и разметки. Точность отсчета по нониусу составляет 0,05 мм и 0,1 мм. Штангенциркули типа ШЦ-1П выпускаются с односторонними губками для наружных и внутренних измерений с точностью отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм. Существуют штангенциркули с цифровым отсчетом. Такое устройство упрощает отсчет результатов измерений и увеличивает производительность труда контролера.

Штангенглубиномеры выполнены так, что их рабочими поверхностями служат торцовая поверхность штанги и нижняя поверхность основания. Выпускаются также Штангенглубиномеры с цифровым отсчетом.

Штангенрейсмусы изготавливаются с ценой деления 0,05 мм. Предельные погрешности

штангенинструмента при измерении размеров от 1 до 500 мм составляют 80... 300 мкм. **Микрометрические инструменты** (рис. 2) служат для измерения линейных размеров и основаны на использовании микровинтовой пары и преобразовании вращательного движения в поступательное. Цена деления микрометрических инструментов 0,01 мм. У микрометрических инструментов две шкалы — продольная и круговая. На продольной шкале нанесено два ряда штрихов, сдвинутых относительно один другого на 0,5 мм. Цена деления продольной шкалы 0,5 мм, круговой — 0,01 мм.

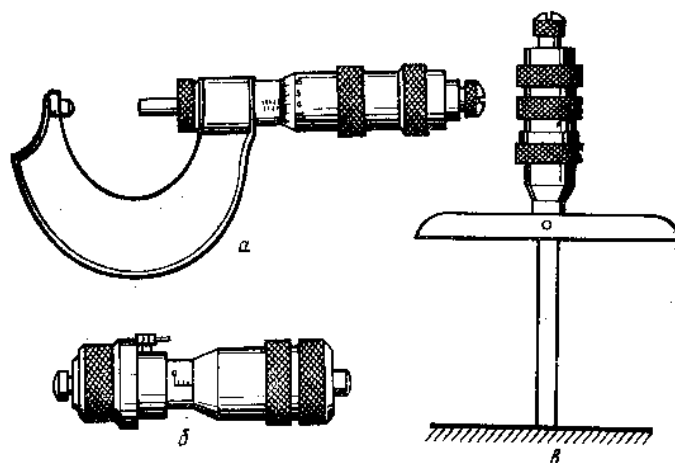


Рис. 2. Микрометрические инструменты:
а — микрометр; б — нутромер; в — глубиномер.

Выпускаются микрометры с цифровым отсчетом, позволяющие сразу почить результат измерения. Для создания измерительного усилия (7 ± 2) Н микрометры снабжены специальными стабилизаторами усилий в виде трещотки.

Предельная погрешность микрометров определяется верхними пределами измерения и составляет от ± 4 мкм для микрометров с диапазоном измерений 0...25 мм до ± 50 мкм для микрометров с диапазоном измерений 500...600 мм. Микрометры выпускаются 0, 1 и 2-го классов точности.

4. Приемы измерений

Раздвижной измерительный инструмент с линейным нониусом. Штангенциркуль — многомерный раздвижной инструмент с нониусом* для измерения наружных и внутренних размеров, диаметров, глубин и высот деталей. Конструкции выпускаемых штангенциркулей позволяют производить отсчет размеров с точностью до 0,1 и 0,05 мм. Такая высокая точность достигается применением специального устройства для отсчета — линейного нониуса.

На рис. 3 изображен штангенциркуль (универсальный) с точностью измерений до 0,1 мм ГОСТ 116-89. Он состоит из штанги 1, на которой нанесена шкала линейки, губок 2 и 9 и перемещающейся по штанге рамки 7 с губками рамки 3 и 8.

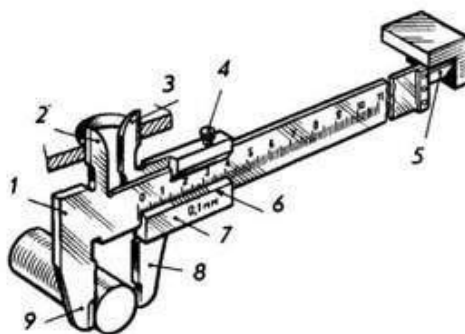


Рис. 3 Штангенциркуль (универсальный)

Измеряемый предмет слегка зажимают между губками, фиксируют рамку зажимным винтом 4 и затем по шкалам штанги и нониуса производят отсчет размера. В пазу обратной стороны штанги свободно скользит линейка 5 глубиномера, представляющая собой плоский стержень. Один конец ее жестко соединен с рамкой. В сомкнутом положении свободный торец линейки глубиномера точно совпадает с торцом штанги. При измерении глубины штанга торцом устанавливается на плоскость детали у измеряемого отверстия. Нажимом на рамку стержень глубиномера перемещают до упора в дно отверстия и затем фиксируют положение рамки зажимным винтом.

Отсчет размеров производят по штанге и нониусу. Нониус длиной 19 мм разделен на 10 частей. Одно его деление, таким образом, составляет $19/10 = 1,9$ мм, что на 0,1 мм меньше целого миллиметра (рис. 4, I). При нулевом показании штрих нониуса находится от ближайшего справа штриха штанги на расстоянии, равном величине отсчета 0,1 мм, умноженной на порядковый номер штриха нониуса, не считая нулевого (рис. 130, II). Целое число миллиметров отсчитывается по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробная величина (количество десятых долей миллиметра) определяется умножением величины отсчета ОД мм на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги.

На рис. 4, III показано два примера отсчета. В первом по шкале штанги читаем целое число 39 мм, затем по шкале нониуса определяем дробную величину $0,1 \text{ мм} \times 7 = 0,7 \text{ мм}$ (седьмой штрих обозначен крестиком). Значит, измеряемый размер $39 \text{ мм} + 0,7 \text{ мм} = 39,7 \text{ мм}$. Во втором примере аналогично первому определяем $61 \text{ мм} + 0,1 \text{ мм} \times 4 = 61,4 \text{ мм}$.



Рис. 4 Примеры отсчета

Точность отсчета в 0,1 мм иногда бывает недостаточной. В этом случае пользуются штангенциркулем, позволяющим производить измерение с точностью до 0,05 мм.

Штангенглубиномер (ГОСТ 162-90) (рис. 5) предназначен для измерения глубины глухих отверстий, пазов, канавок, уступов и высот с величиной отсчета по нониусу 0,1 и 0,05 мм. Он отличается от штангенциркуля только конструкцией: штанга заканчивается срезанным торцом, являющимся измерительной поверхностью, рамка имеет вместо губок широкую опорную поверхность — основание 1.

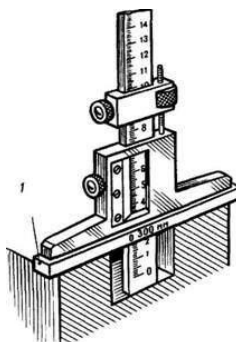


Рис. 5 Штангенглубиномер

При измерениях штангенглубиномер основанием устанавливают над отверстием, а штангу выдвигают до упора в его дно. Далее все действия аналогичны операции по замеру детали штангенциркулем.

Приемы правильной и неправильной установки штангенглубиномера показаны на рисунке 6.

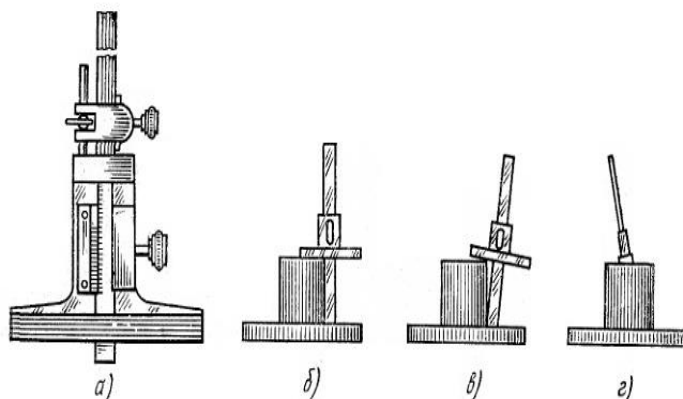


Рис. 6 Штангенглубиномер (а) и приемы измерений
(б — правильный, в, г — неправильные)

Приемы правильной и неправильной установки штангенрейсмаса показаны на рисунке 7.

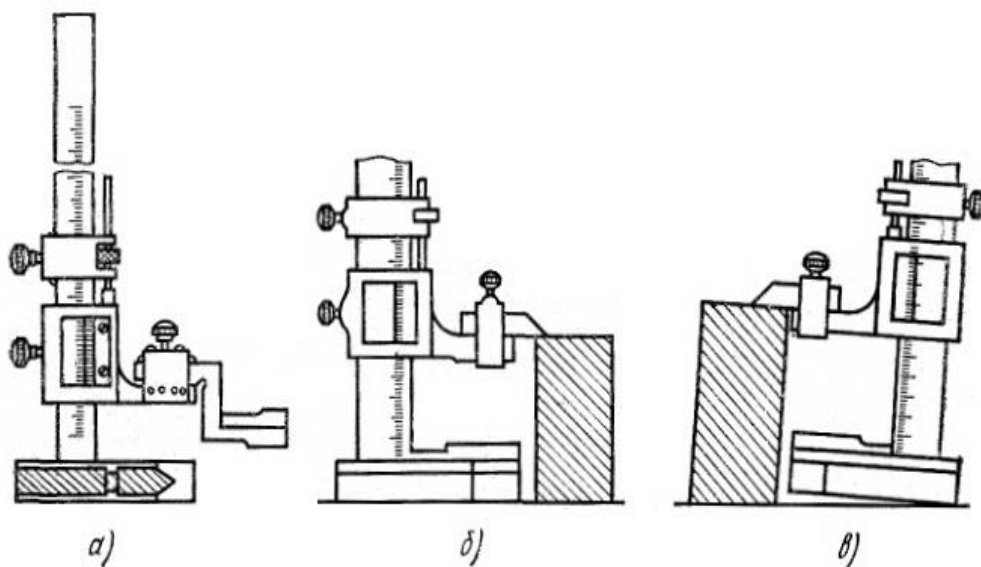


Рис. 7 Штангенрейсмас (а) и приемы измерений
(б — правильный, в — неправильный)

Микрометрический измерительный инструмент. **Микрометр** (ГОСТ 6507-90) — более сложный по устройству инструмент, чем рассмотренные раньше (рис. 8). Он позволяет производить измерения с большей точностью.

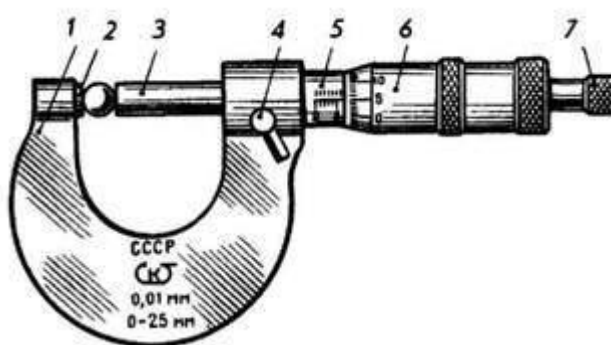


Рис. 8 Микрометр

Микрометр для наружных измерений состоит из подковообразной скобы 1, пятки 2, стебля 5, зажимного устройства — стопора 4, барабана 6 с микрометрическим винтом 3, колпачка 7 с насечкой, навинченного на правую часть барабана, и трещотки, присоединенной при помощи винта к торцу шейки колпачка. Отсчеты измерений производятся по шкале на стебле 5 и шкале на коническом нониусе барабана 6.

Шкала на стебле имеет 25 делений, нанесенных вдоль оси стебля сверху и снизу и перпендикулярных к ней с расстоянием между ними в 1 мм. Штрихи, расположенные над риской, смещены вправо относительно нижних штрихов на 0,5 мм. По нижним штрихам отсчитывают целое число миллиметров, а по верхним — 0,5 мм. Сотые доли миллиметра определяются при помощи делений на нониусе, поверхность которого разделена штрихами в виде образующих нониуса на 50 равных частей.

При повороте на одно деление микрометрический винт 3, соединенный с барабаном 6, перемещается вдоль оси на $1/50$ шага, т. е. на расстояние, равное $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$.

Для определения какого-либо размера детали микрометром ее помещают между пяткой 2 и торцом микрометрического винта 3. Затем поворачивают барабан до тех пор, пока торец микрометрического винта не приблизится к поверхности детали. Дальнейшее продвижение винта 3 производят при помощи колпачка 7 с трещоткой. Услышав характерный треск, подобный треску пружины часов при заводе, поворот колпачка прекращают. После этого стопором 4 стопорят микрометрический винт, отделяют микрометр от детали и считывают показания.

Отсчет показаний производят следующим образом (рис. 9): если кромка барабана остановится ближе к нижнему штриху стебля (рис. 9, I), то число целых миллиметров полученного размера определяют по нижнему делению шкалы, а Число сотых долей миллиметра — по показаниям барабана. Так, приведенное на рисунке положение шкал соответствует размеру $8 + 0,24 = 8,24 \text{ мм}$;

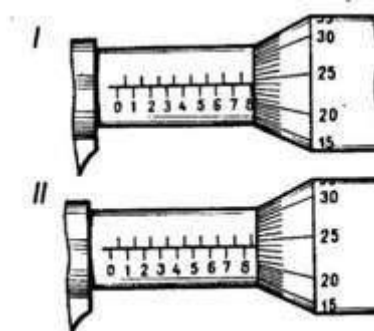


Рис. 9

если кромка барабана остановится ближе к верхнему штриху стебля, то полученный размер представит сумму трех величин: числа целых миллиметров до ближайшего нижнего к кромке барабана деления на стебле плюс 0,5 мм от него до верхнего деления и плюс показания сотых долей миллиметра по барабану. В приведенном случае (рис. 9, II) положение шкал соответствует размеру $8 + 0,5 + 0,24 = 8,74 \text{ мм}$. На рис. 10 показаны приемы измерения деталей микрометром.

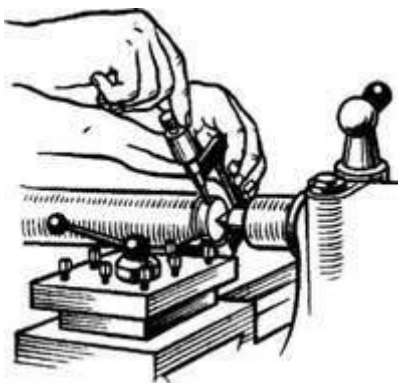


Рис. 10 Прием измерения деталей микрометром

Микрометрический нутромер (штихмас) (ГОСТ 10-88) служит для измерения внутренних размеров деталей, а также размеров диаметров отверстий. Точность измерений нутромером такая же, как и микрометром — 0,01 мм. Состоит он (рис. 11) из головки и сменных калиберных стержней (удлинителей). Микрометрическая головка состоит из микрометрического винта 6, расположенного внутри барабана 4, колпачка 5, стебля 3, стопорного устройства 2 и сменного наконечника 1. С помощью сменных наконечников (удлинителей) увеличивают предел измерений.

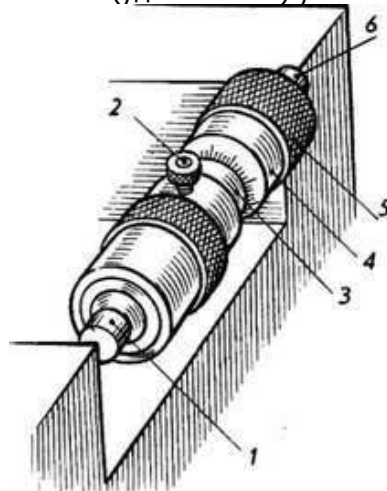


Рис. 11 Микрометрический нутромер (штихмас)

Считывают размеры при пользовании этим инструментом так же, как и при замерах микрометром.

5. Порядок расчетных работ.

5.1. Измерить размер, определяющий параметр качества изделия.

5.2. Упорядочить все экспериментальные данные в вариационный ряд в порядке возрастания их значений и занести в таблицу 1 приложения А.

5.3. Рассчитать среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (7)$$

где x_i - i-тое значение измеренного параметра;

n - число результатов измерений.

5.4. Рассчитать среднее квадратическое отклонение размеров:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (8)$$

5.5. Построить гистограмму

5.5.1. Определить размах измеряемого размера:

$$R = x'_{\max} - x'_{\min}, \quad (12)$$

где x'_{\max} и x'_{\min} - крайние значения вариационного ряда, оставшиеся после исключения грубых ошибок и промахов.

5.5.2. Задать число интервалов разбиения гистограммы r на основании рекомендуемых значений:

$$40 \leq n \leq 100 \quad 7 \leq r \leq 9;$$

для

$$100 \geq n \geq 500 \quad 8 \leq r \leq 12$$

5.5.3. Рассчитать цену интервала: $h = \frac{R}{r}$. (13)

5.5.4. Установить границы интервалов:

$$[x_{\min}; x_{\min} + h], [x_{\min} + h; x_{\min} + 2h], [x_{\min} + 2h; x_{\min} + 3h], \dots, \\ [x_{\min} + (r-1)h; x_{\max}].$$

5.5.5. Подсчитать абсолютную частоту m_i для каждого интервала, как число экспериментальных данных, попавших в каждый из интервалов.

5.5.6. Рассчитать относительные частоты $\frac{m_i}{n}$ для каждого интервала.

5.5.7. Рассчитать значения ординат гистограммы $\frac{m_i}{n \cdot h}$ для каждого интервала.

5.5.8. Данные по п.п. 5.5.4-5.5.7 занести в таблицу 2 приложения А.

5.5.9. Построить гистограмму в координатах $\left(x, \frac{m_i}{n \cdot h}\right)$, которая представляет собой фигуру, образованную прямоугольниками с основаниями, равными величине h , и высотами, равными $\frac{m_i}{n \cdot h}$. На оси абсцисс отметить среднее арифметическое значение и заданные преподавателем предельно допустимые значения измеряемого размера L и M .

5.5.10. Отметить на гистограмме доли вхождения размера в допустимые границы и распределения размера вне этих границ.

6. Рекомендуемая литература

6.1. Справочник технолога-машиностроителя. Т.1/ под ред. Косиловской А.Г., Мещерякова Р.К. – М.: «Машиностроение», 1986.

6.2. Миттаг Х., Ринне Х. Статистические методы обеспечения качества. - М.: Машиностроение, 1995.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Форма отчета

1. Цель работы.
2. Оборудование.
3. Вариационный ряд результатов измерений.

Таблица 1

Номер по порядку	1	2	3	4	5
Значение размера											
Среднее арифметическое значение \bar{X}											
Среднее квадратическое значение σ											

4. Проверка ряда экспериментальных данных на отсутствие промахов.
5. Построение гистограммы.

Таблица 2

№ интервала	Граница интервала		Абсолютная частота m_i	Относительная частота $\frac{m_i}{n}$	$\frac{m_i}{n \cdot h}$
	нижняя	верхняя			
1	x_{\min}	$x_{\min}+h$			
2	$x_{\min}+h$	$x_{\min}+2h$			
3	$x_{\min}+2h$	$x_{\min}+3h$			
...					
r	$x_{\min}+(r-1)h$	x_{\max}			

6. Отметить границы допуска.
7. Сделать выводы.