

Лабораторная работа № 2.1

Тема: Работа с приборами контроля и измерения геометрических величин

Цель: Научиться пользоваться измерительными приборами.

Обеспечение занятия:

Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / С.А. Зайцев, А.Н. Толстой, Д.Д. Грибанов, А.Д. Куранов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288с.

Основные сведения

Измерительные приборы и инструменты предназначены для непосредственной оценки измеряемого параметра в принятых единицах измерения. Их подразделяют на универсальные и специальные.

Измерить деталь – значит сравнить ее размер с единицей измерения. Но чаще всего непосредственно это осуществить невозможно, так как измерять деталь требуется с высокой точностью. Поэтому существуют различные технические решения, конструктивно оформленные в механизмы преобразования, превращающие малые перемещения измерительного стержня в большие отклонения указателя отсчетного устройства измерительного прибора (инструмента). В настоящее время наиболее часто применяются следующие механизмы преобразования: нониусное устройство.

Нониусное устройство применяется в так называемых штангенинструментах, имеющих две шкалы: основную с ценой деления 1 или 0,5 мм и дополнительную, называемую нониусом, позволяющую производить отсчет перемещений измерительных поверхностей инструмента с точностью 0,1 или 0,05 мм. Рассмотрим устройство нониуса на штангенциркуле с точностью отсчета 0,1 мм. Отрезок L , равный девяти делениям основной шкалы, т.е. 9 мм, разделен у нониуса на десять равных частей (рис.1,а), следовательно интервал деления на нониусе будет меньше интервала деления на штанге на 0,1 мм. Эта разность называется величиной отсчета по нониусу. Если обозначить: a - интервал деления на штанге; a_n - интервал деления нониуса; L - длина нониуса, то величина отсчета по нониусу

$$b = a - a_n = a - \frac{L}{n} = 1 - 0.9 = 0.1 \text{ мм.}$$

Малый интервал делений на нониусе затрудняет отсчет показаний. Для устранения этого недостатка увеличивают интервал делений нониуса за счет увеличения его общей длины. Например, для того чтобы увеличить интервал нониуса при той же величине отсчета по нониусу, следует увеличить его длину до 19 делений штанги (рис.1,б), т.е. до 19 мм, и разделить также на 10 частей. В этом случае интервал делений на нониусе будет $a_n = 1,9$ мм, а величина отсчета по нониусу

$$b = 2 \cdot a - a_n = 2 \cdot 1 - 1.9 = 0.1 \text{ мм.}$$

Для точности отсчета 0,05 мм, длину нониуса L можно оставить такой же, т.е. 19 мм, но разделить это расстояние на 20 частей ($n = 20$), a_n будет равно 0,95 мм, а

$$b = 1 \cdot a - a_n = 1 \cdot 1 - 0.95 = 0.05 \text{ мм.}$$

Величину отсчета по нониусу можно определить и на основании более простой зависимости.

Если обозначить число интервалов основной шкалы $n - 1$, то можно записать:

$$a(n - 1) = a_H \cdot n; \quad a \cdot n - a = a_H \cdot n; \quad a \cdot n - a_H \cdot n = a;$$

$$n(a - a_H) = a; \quad \text{откуда} \quad a - a_H = \frac{a}{n}. \quad (1)$$

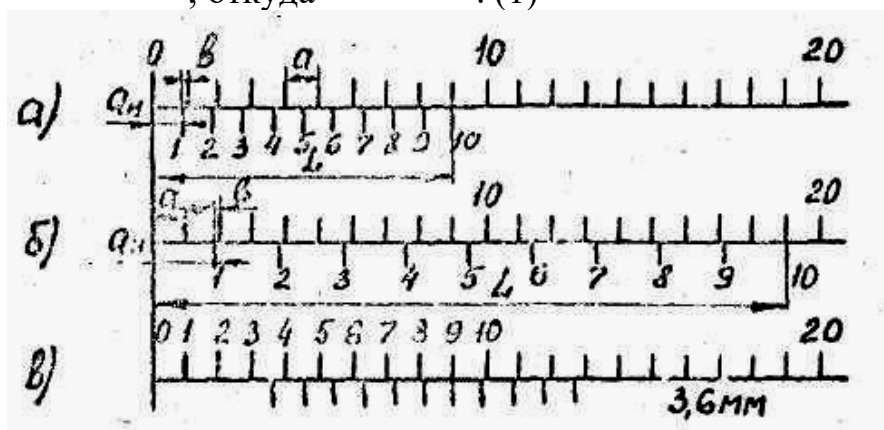


Рис.1. Отсчет по шкале и нониусу

На рис.2, в $a = 1$ мм; $n = 10$ мм; $b = 0,1$ мм; $x = 6$, результат отсчета $3 + (0,1 \cdot 6) = 3,6$ мм.

Штангенциркули выпускают трех типов:

ШЦ-I - с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин (рис.3), величина отсчета по нониусу - 0,1 мм; ШЦ-II - с двусторонним расположением губок для измерения и для разметки (рис.1), величина отсчета по нониусу 0,05 или 0,1 мм; ШЦ-III - с односторонними губками для наружных и внутренних измерений с величиной отсчета по нониусу 0,05 или 0,1 мм.

Верхние пределы измерения штангенциркулей составляют 125, 150, 200, 300, 500, 800, 1000, 1500, 2000 мм. В специальных случаях изготавливаются также штангенциркули и до 4000 мм.

Определение размера детали штангенинструментом проводят по этапам:

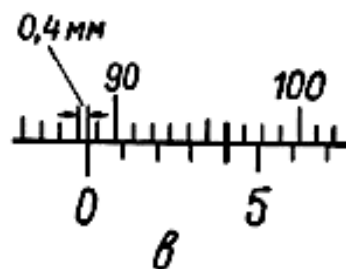
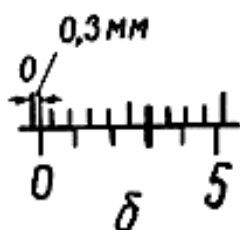
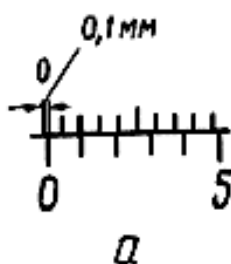
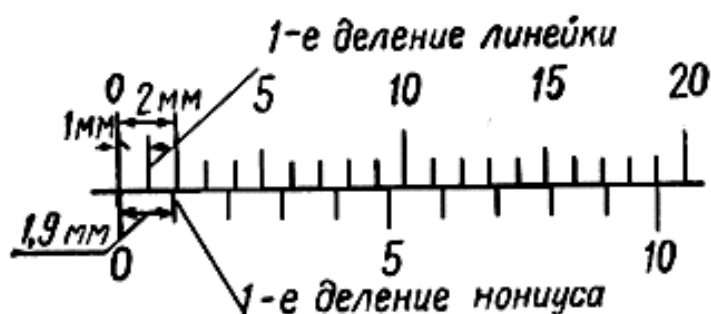
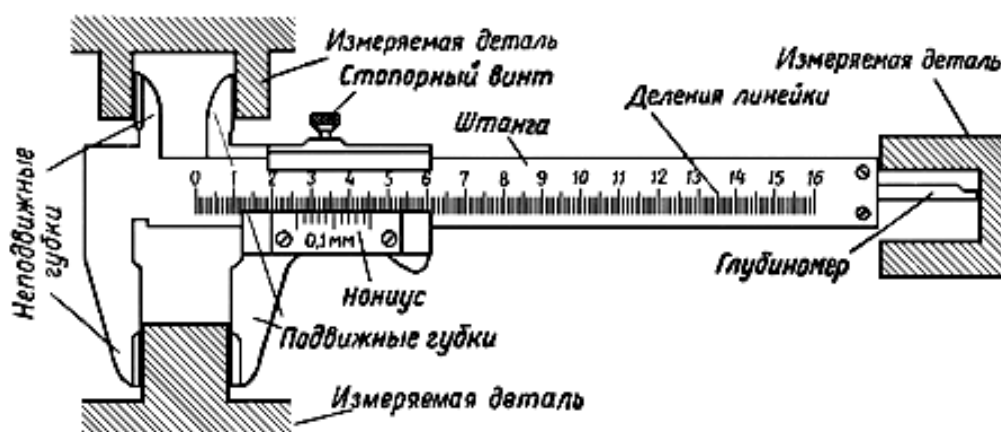
- определяют число штрихов основной шкалы, отделяемое нулевым штрихом нониуса,
 - это будет значение измеряемой величины в целых миллиметрах;
 - находят номер штриха нониуса, который совпадает со штрихом основной шкалы и умножая этот номер на величину отсчета, узнают доли миллиметра, содержащиеся в измеряемом размере;
 - складывают целую и дробную части, получают размер измеряемой детали.
- Одной из основных составляющих погрешностей штангенинструментов является погрешность шкалы, зависящая от ширины штрихов "в" (черт.1б). Замечаем, что перемещение шкалы нониуса в пределах ширины штриха "в" невооруженным глазом обнаружить невозможно. Следовательно, изменение размера детали, равное этой величине, остается не зарегистрированным оператором.

Как сказано выше, ширина штриха принимается равной $0,1a$, где a – цена деления основной шкалы. Для большинства штангенинструментов $a = 1$ мм. Тогда погрешность отсчета по шкале нониуса равна $\pm 0,1$ мм.

Элементы штангенциркуля правило пользования.

Штангенциркуль — инструмент, с помощью которого производят измерения,

погрешность которых не превышает 0,1мм. Штангенциркуль позволяет измерить наружные и внутренние размеры, а также глубину. **Штанга с миллиметровыми делениями** с одной стороны заканчивается **глубиномером**, а с другой стороны **неподвижными губками**. К неподвижным губкам **примыкают подвижные губки**. Подвижные губки снабжены вспомогательной шкалой, называемой **нониусом**. С помощью нониуса возможно производить измерения, точность которых 0,1мм. Подвижные губки могут свободно перемещаться вдоль штанги. В нужном положении подвижные губки фиксируются с помощью **стопорного винта**. Шкала нониуса, длиной 19мм разделена на части, по 1,9мм каждая. В том случае, когда нулевой штрих нониуса совместится с одним из делений шкалы на штанге, остальные деления нониуса (кроме последнего десятого) с делениями основной шкалы не совпадут. Первый штрих нониуса и второе деление миллиметровой шкалы различаются на 0,1мм. Второе деление нониуса и четвертое деление штанги на 0,2мм, третье и шестое – 0,3мм, четвертое и восьмое - 0,4мм, пятое находится посередине между девятым и десятым. Производя измерения, отсчитывают целые миллиметры по основной шкале на штанге напротив нулевого деления нониуса. Отсчет десятых долей миллиметра производится по тому делению нониуса, которое совпадает с делением основной шкалы на штанге. На иллюстрации приведены примеры размеров 0,1мм, 0,3мм и 88,4мм. Существуют конструкции штангенциркулей способных производить измерения, погрешность которых не превышает 0,05мм и 0,02мм.



Задание по работе:

- 1. Дайте определение измерения.**
- 2. Как устроено и работает нониусное устройство?**
- 3. Определите величина отсчета по нониусу b .**
- 4. Какие виды штангенциркулей выпускают ?**
- 5. Какой верхний предел измерений штангенциркуля?**
- 6. Запишите назначение штангенциркуля и какие размеры можно помереть штангенциркулем?**
- 7. Записать этапы определения размера детали штангенциркулем.**
- 8. Описать устройство штангенциркуля ?**
- 9. Произвести замеры детали штангенциркулем данной по заданию детали.
Изобразить на чертеже деталь с размерами .**

Лабораторная работа № 2.2

Тема: Работа с приборами контроля и измерения геометрических величин
Цель: Научиться пользоваться измерительными приборами.

Основные сведения

Микрометр — инструмент, с помощью которого производят измерения с точностью до 0,01мм.

Микрометры выпускаются с диапазоном измерения 25 мм в интервале от 0 до 300 мм (0...25; 25...50; 50...75 и т.д.) и диапазоном в 100 мм в интервале от 300 до 600 мм. Установка микрометров с верхними пределами измерения 50 мм и выше производится по установочным мерам .

Гладкий микрометр типа МК, применяется для измерения наружных размеров плоских и цилиндрических деталей.

Модель	Диапазон измерений, мм	Модель	Диапазон измерений, мм
МК 25	0-25	МК 200	175-200
МК 50	25-50	МК 225	200-225
МК 75	50-75	МК 250	225-250
МК 100	75-100	МК 275	250-275
МК 125	100-125	МК 300	275-300
МК 150	125-150	МК 400	300-400
МК 175	150-175	МК 500	400-500

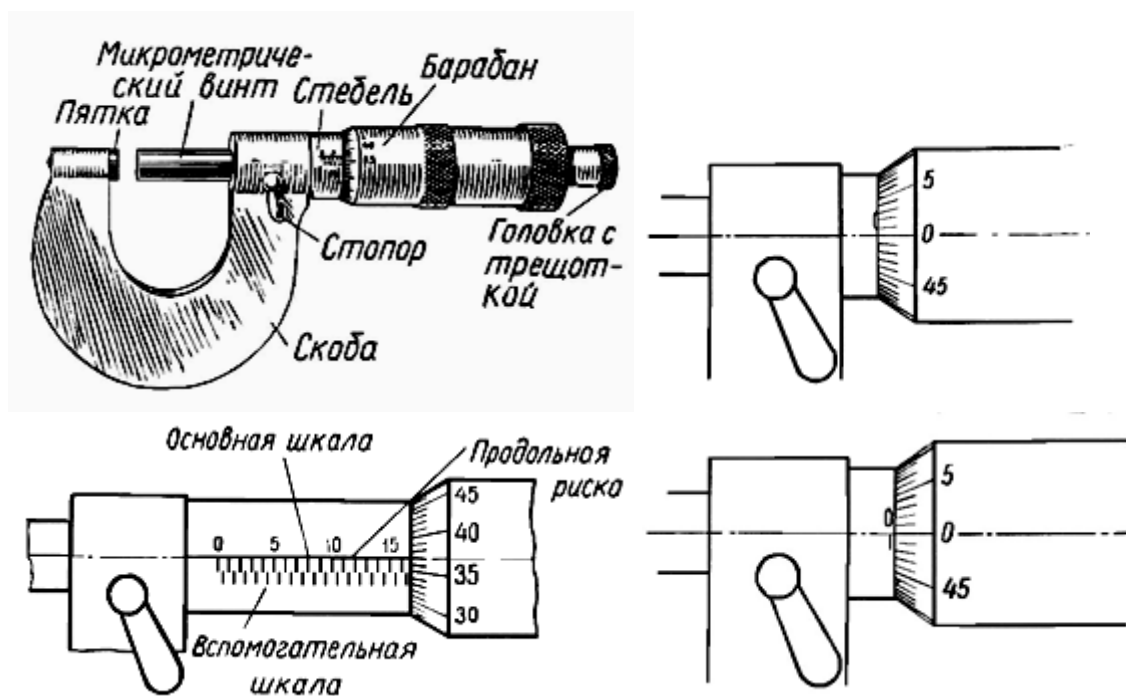
Т а б л и ц а 1 – Модели гладких микрометров и их основные параметры

Микрометрическая передача имеет в своей основе точно изготовленную микрометрическую пару с шагом, равным 0,5 мм; гайку и винт с длиной, обеспечивающей продел измерения инструмента, как правило, не более 25 мм.

В состав микрометра входит *скоба с пяткой, микрометрический винт* с шагом 0,5мм и *стопор*. Микрометрический винт состоит из *стебля, барабана, и головки*.

Продольная шкала, нанесенная на стебель, разделена риской на *основную* и *вспомогательную* так, что расстояние между рисками двух шкал составляет 0,5мм. Окружность барабана разделена на 50 равных делений. Поворот барабана на одно деление дает перемещение микрометрического винта на 0,01мм.

Трещотка, которой снабжена головка, позволяет передавать на микрометрический винт постоянное усилие. В случае, когда микрометрический винт упирается в пятку, торец барабана должен совместиться с нулевым делением основной продольной шкалы. При этом нулевое деление круговой шкалы на барабане должно совпадать с продольной риской основной шкалы. На приведенном рисунке торец барабана отошел на 16 делений от нуля по основной шкале и еще на деление по вспомогательной шкале. С продольной риской основной шкалы совместились 37-е деление круговой шкалы барабана. Таким образом, размер, отложенный на микрометре, составляет: $16 + 0,5 + 0,37 = 16,87\text{мм}$.



Микрометрический винт представляет собой стержень, свободный конец которого является измерительной поверхностью. С другой стороны к стержню прикреплен барабан 4 с нанесенной на него круговой шкалой 3 (рис. 4). Гайка конструктивно связана со стеблем 2, на котором нанесена продольная шкала 1, состоящая из сплошной продольной риски и двух рядов штрихов, расположенных с обеих сторон от риски. Штрихи в рядах нанесены с шагом в 1 мм, но ряды сдвинуты один относительно другого на 0,5 мм, образуя одну шкалу с шагом, равным шагу микрометрического винта.

При повороте барабана на один оборот измерительный стержень, связанный с барабаном, переместится на шаг винта P . Шкала барабана имеет n делений. При повороте барабана на одно деление измерительный стержень переместится на некоторую величину i , являющуюся ценой деления микрометрической передачи

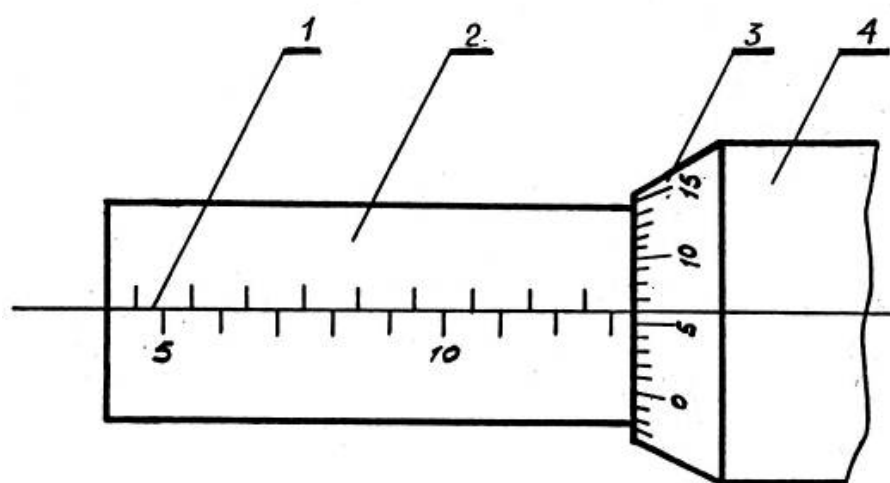


Рис. 4. Отсчетное устройство микрометрических инструментов: продольная шкала; 2 – стебель; 3 – круговая шкала; 4 – барабан

$$i = P/n,$$

где P – шаг винта, мм; n – число делений шкалы барабана.

В современных микрометрических передачах $P = 0,5$ мм; $n = 50$.

Тогда $i = 0,01$ мм.

Пронумерованный ряд штрихов показывает целое число миллиметров, противоположный – половину миллиметра. Сотые доли миллиметра отсчитывают по шкале барабана. Указателем для отсчета числа делений продольной шкалы служит торец барабана 1. Указателем для шкалы барабана является продольная риска.

Основной источник погрешности микрометрической пары - накопленная погрешность шага на длине резьбы измерительного стержня. Это обстоятельство определяет предел измерения пары, равный 25 мм. Наличие двух рядов штрихов является причиной появления грубых ошибок на величину 0,5 мм, возникающих, когда путают пронумерованную и противоположную ей стороны шкалы стебля. Алгоритм измерений можно описать в 3 простых шага.

Шаг 1. Помещаем деталь между измерительными поверхностями. Для этого путем вращения барабана даем ход винту – раскрываем микрометр для измерения.

Шаг 2. Зажимаем деталь, вращая гайку трещотки. Как только вы услышите щелчки, вращение нужно прекратить.

Шаг 3. Смотрим значения. Размер вычисляется так: к значениям на горизонтальной шкале прибавляются значения на вертикальной шкале.

Рассмотрим пример на рис. 5. Сначала считаем целые значения на горизонтальной шкале – от нуля получается 4 деления. Затем смотрим на сотые – отметка после четырех делений на 0,5 мм четко совпала с началом барабана. Значит, по горизонтальной шкале получается 4,5 мм. Остаток сотых вычисляем по вертикальной шкале. В нашем примере с эталонной риской совпало 2 деления (что равно 0,02 мм). Значит, толщина детали составит 4,52 мм. Если метку на горизонтальной шкале в полмиллиметра не видно, надо сразу смотреть на значения вертикальной шкалы.

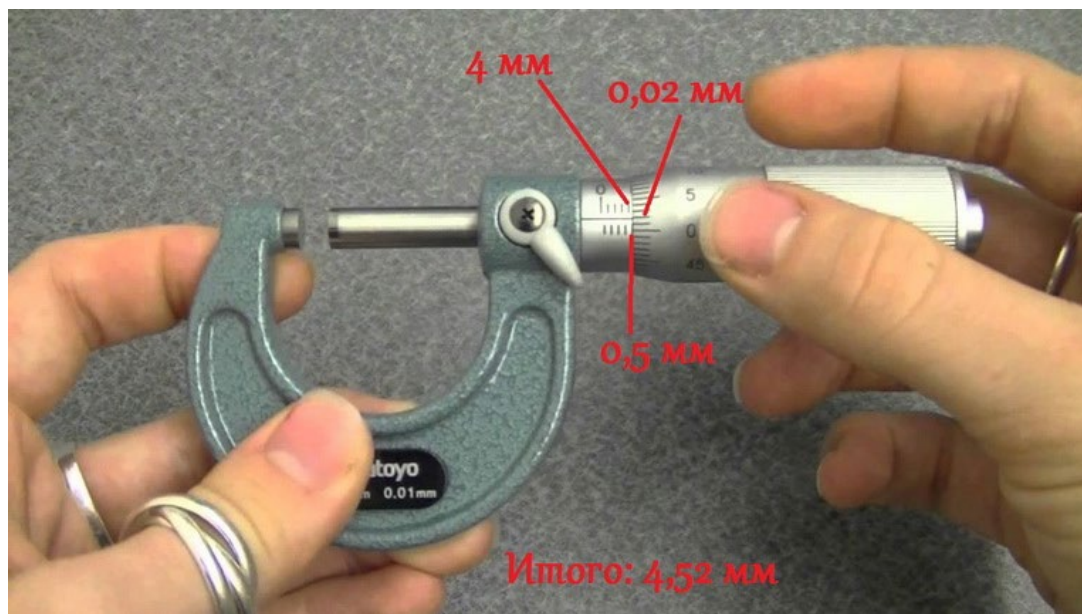


Рис. 5. Пример вычисления микрометром

Теперь вы знаете, как пользоваться микрометром.

Отчет по работе должен содержать ответы на вопросы:

- 1. Какое назначение микрометра?**
- 2. Какие виды гладких микрометров выпускают и как обозначают?**
- 3. Описание устройства микрометра.**
- 4. Правила измерения микрометром.**
- 5. Произвести замеры детали микрометром данной по заданию.
Изобразить на чертеже деталь с размерами .**
- 6. Ответить на тестовые задания.**