

2. ИЗМЕРЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН

Целью лабораторной работы является привитие студентам навыков и умений пользования штангенциркулем и микрометром – измерительными приборами, у которых для повышения точности измерения линейных размеров предметов существуют дополнительные шкалы: нониус (в штангенциркуле) и микрометрический винт (в микрометре).

Описание методики измерения с помощью линейного нониуса и микрометрического винта

а) Измерения с помощью линейного нониуса

нониус представляет собой дополнительную шкалу (линейку), разбитую на n равных делений, которая перемещается при измерении вдоль основной шкалы (масштаба).

Простейшим нониусом является десятичный ($n = 10$), который позволяет измерять длину предмета с точностью до 0,1 наименьшего деления (цены деления) масштаба (рис.1.1.а).

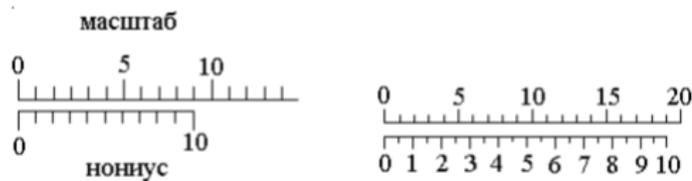


Рис.1.1

Длина такого нониуса равна девяти наименьшим деления масштаба. При длине одного наименьшего деления масштаба $b = 1$ мм длина наименьшего деления нониуса $a = 0,9$ мм. Разность $(b - a) = 0,1$ мм есть наименьшая длина, которая может быть измерена с помощью десятичного нониуса.

Часто используется нониусы, шкала которых имеет 20 наименьших делений (рис. 1.1.б). Длина такого нониуса равна 19 целым наименьшим делениям масштаба. При длине одного наименьшего деления масштаба $b = 1$ мм длина наименьшего деления нониуса $a = 19/20$ мм. Разность $(b - a) = 1/20$ мм = 0,05 мм есть наименьшая длина, которая может быть измерена с помощью десятичного нониуса.

В обоих случаях длина n наименьших делений нониуса равна длине $(n - 1)$ наименьших делений масштаба, т.е.

$$an = b(n - 1) \quad (1.1)$$

Получаемая из (1.1) разность

$$b - a = b/n \quad (1.2)$$

определяет точность нониуса. Ею называют величину b/n , равную отношению цены наименьшего деления основной шкалы b к числу наименьших делений нониуса n .

Таким образом, чем больше наименьших делений имеет нониус, тем выше его точность и тем меньше длина, которая может быть измерена с помощью такого нониуса.

На рис.1.2 изображено положение нониуса (точность которого $b/n = 0,05$ мм) при измерении отрезка длиной L . В общем виде величина L может быть представлена выражением

$$L = kb + \Delta L, \quad (1.3)$$

где k – целое число наименьших делений масштаба, укладываемое в измеряемом отрезке до нуля нониуса; ΔL – доля длины наименьшего деления масштаба.

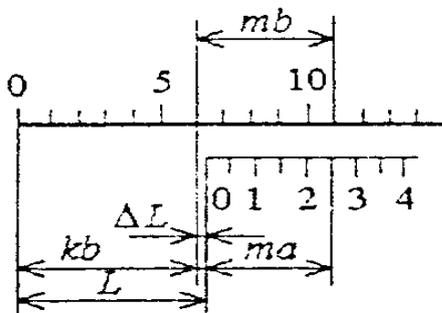


Рис. 1.2

Для определения ΔL находят такое наименьшее деление m на нониусе, номер которого точно совпадает с каким – либо делением масштаба. После этого

ΔL с учетом (1.2) можно представить в виде

$$\Delta L = mb - ma = m(b - a) = m \frac{b}{n} \quad (1.4)$$

Подставив (1.4) в (1.3), получим

$$L = kb + m \frac{b}{n} \quad (1.5)$$

В нашем примере $b = 1$ мм, $n = 20$, $k = 6$, $m = 5$. Длина измеряемого отрезка равна

$$L = (6 \cdot 1 + 5 \cdot 1/20) \text{ мм} = 6,25 \text{ мм}. \quad (1.6)$$

б) Измерения с помощью микрометрического винта

Для более точного измерения линейных размеров предмета используется микрометр – измерительный прибор, основной частью которого является микрометрический винт. Микрометрические винты могут быть с шагом (длиной наименьшего деления основной шкалы прибора), равным 0,5 мм или 1 мм, и позволяют производить измерения с точностью до 0,01 мм (рис. 1.3).

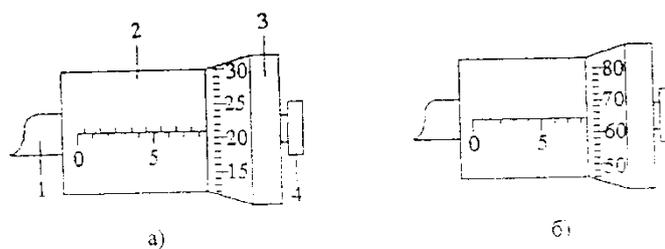


Рис. 1.3

Микрометрический винт 1 микрометра ввинчивается в трубку 2 с основной шкалой (масштабом). На нем закреплен барабан 3 с делениями, выполняющий роль нониуса в штангенциркуле. Измеряемый предмет зажимают между пяткой скобы микрометра, не показанной на рисунке, и началом трубки 2 путем вращения винта с помощью фрикционной головки 4. Вращение винта осуществляют только до тех пор, пока при необходимой для измерения степени винта на предмет не услышат характерный треск предохранительного устройства.

Для расчета показаний микрометра также используется формула (1.5).

Значения величин, входящих в формулу (1.5) (рис. 1.3а), равны: $b = 0,5$ мм, $n = 50$, $k = 17$, $m = 21$. Измеряемая длина равна

$$L = (17 \cdot 0,5 + 21 \cdot 0,5 / 50) \text{ мм} = 8,71 \text{ мм.}$$

Значения величин, входящих в формулу (1.5) (рис. 1.3б), равны: $b = 1$ мм, $n = 100$, $k = 8$, $m = 65$. Измеряемая длина равна

$$L = (8 \cdot 1 + 65 \cdot 1 / 100) \text{ мм} = 8,65 \text{ мм.}$$

Контрольные вопросы

1. Как устроены штангенциркуль и микрометр? Для чего они используются?
2. Что представляет собой линейный нониус? С какой целью он используется?
3. Что такое точность нониуса и как она определяется?
4. Как повысить точность нониуса?
5. По какой формуле рассчитывается линейный размер предмета? Какие величины входят в эту формулу?
6. В чем причина расхождения результатов, получаемых при измерениях штангенциркулем и микрометром?