

Практическая работа 1

Выполнение измерений и определение погрешностей измерений

Цель: научиться определять показания по шкалам штанги и нониуса штангенциркуля; научиться определять погрешности при измерениях.

Продолжительность 2 часа

Оснащение:

Теоретическая часть.

Измерение- это нахождение числового значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений (линейки, вольтметра, часы и т.д.).

Измерения могут быть прямыми и косвенными.

Прямое измерение- это нахождение числового значения физической величины непосредственно средствами измерений. Например, длину - линейкой, атмосферное давление- барометром.

Косвенное измерение- это нахождение числового значения физической величины по формуле, связывающей искомую величину с другими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Погрешности, возникаемые при измерениях делятся на систематические и случайные.

Систематические погрешности- это погрешности, соответствующие отклонению измеренного значения от истинного значения физической величины всегда в одну сторону (повышения или занижения). При повторных измерениях погрешность остается прежней.

Причины возникновения систематических погрешностей:

- 1) несоответствие средств измерения эталону;
- 2) неправильная установка измерительных приборов (наклон, неуравновешенность);
- 3) несовпадение начальных показателей приборов с нулем и игнорирование поправок, которые в связи с этим возникают;
- 4) несоответствие измеряемого объекта с предположением о его свойствах (наличие пустот и т.д).

Случайные погрешности- это погрешности, которые непредсказуемым образом меняют свое численное значение. Такие погрешности вызываются большим числом неконтролируемых причин, влияющих на процесс измерения (неровности на поверхности объекта, дуновение ветра, скачки напряжения и т.д.). Влияние случайных погрешностей может быть уменьшено при многократном повторении опыта.

Для количественной оценки качества измерений вводят понятия абсолютной и относительной погрешностей измерений.

Как уже говорилось, любое измерение дает лишь приближенное значение физической величины, однако можно указать интервал, который содержит ее истинное значение:

$$A_{\text{пр}} - \Delta A < A_{\text{ист}} < A_{\text{пр}} + \Delta A$$

Величина ΔA называется абсолютной погрешностью измерения величины A . Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины. Абсолютная погрешность равна модулю максимально возможного отклонения значения физической величины от измеренного значения. $A_{\text{пр}}$ - значение физической величины, полученное экспериментально, если измерение проводилось многократно, то среднее арифметическое этих измерений.

$$\Delta A = A_{\text{пр}} - A_{\text{ист}}$$

Но для оценки качества измерения необходимо определить относительную погрешность ε . $\varepsilon = \Delta A / A_{\text{пр}}$ или $\varepsilon = (\Delta A / A_{\text{пр}}) * 100\%$.

Если при измерении получена относительная погрешность более 10%, то говорят, что произведена лишь оценка измеряемой величины.

Абсолютную погрешность обычно выражают одной значащей цифрой.

При обработке результатов косвенных измерений физической величины, связанной функционально с физическими величинами A , B и C , которые измеряются прямым способом, сначала определяют относительную погрешность косвенного измерения $\varepsilon = \Delta X / X_{\text{пр}}$, пользуясь формулами, приведенными в таблице приложения 2 (без доказательств).

Абсолютную погрешность определяется по формуле $\Delta X = X_{\text{пр}} * \varepsilon$, где ε выражается десятичной дробью, а не в процентах.

Окончательный результат записывается так же, как и в случае прямых измерений.

Погрешности средств измерений

Эти погрешности называют еще инструментальными или приборными. Они обусловлены конструкцией измерительного прибора, точностью его изготовления и градуировки. Обычно довольствуются о допустимых инструментальных погрешностях, сообщаемых заводом изготовителем в паспорте к данному прибору. Эти допустимые погрешности регламентируются ГОСТами. Это относится и к эталонам. Обычно абсолютную инструментальную погрешность обозначают Δ и A .

Если сведений о допустимой погрешности не имеется (например у линейки), то в качестве этой погрешности можно принять половину цены деления.

При проверке качества деталей предназначенных для ремонта подвижного состава необходимо уметь пользоваться контрольно – измерительными инструментами. Наиболее часто употребляемыми являются складные метры, рулетки, масштабные линейки и штангенциркули.

Выполнение измерений рулеткой, складным метром, масштабной линейкой выполняются по одним и тем же правилам. Длинными делениями и цифрами на линейке обозначены сантиметры, короткими делениями между двумя цифрами – миллиметры. Нулевое деление инструмента совмещают с одной из кромок измеряемой детали и смотрят, с каким делением на линейке совпала вторая кромка. При определении размера в мм нужно перевести в мм целое число см и прибавить к нему целое число мм.

Масштабной линейкой можно измерять с точностью до 1 мм.

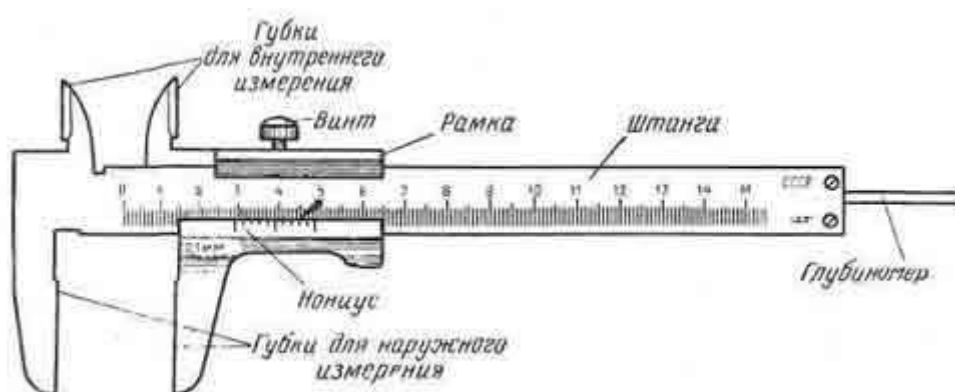
Десятые доли мм можно примерно определить по расстоянию между двумя короткими делениями.

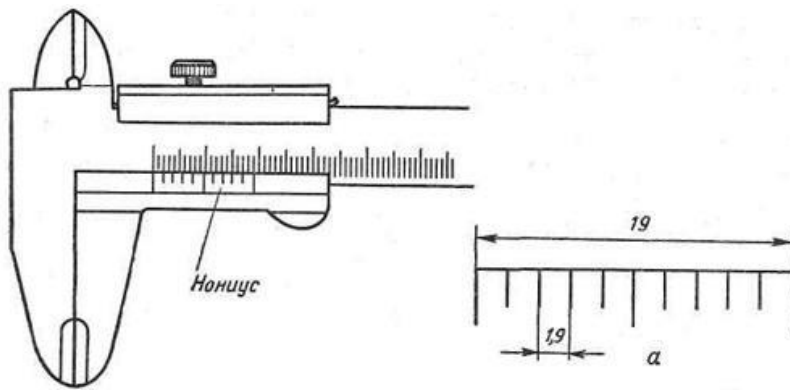
Штангенциркуль — это инструмент для точного измерения наружных и внутренних размеров деталей. На его штанге нанесены миллиметровые деления. Конец штанги имеет две неподвижные губки: одну для наружного измерения, другую — для внутреннего. На штангу надета рамка с подвижными губками и глубиномером. **Глубиномер** — это тонкая, узкая [линейка](#), конец которой прикреплен к рамке. Глубиномер помещен в продольном пазу обратной стороны штанги.

Штангенциркулем можно измерять с точностью до 0,1 мм толщину и диаметр детали, а также диаметр и глубину отверстий.

Рамку можно свободно передвигать вдоль штанги и закреплять в нужном положении винтом. Между винтом и штангой находится пружина. На скосе нижней части рамки нанесены деления (шкала). Это дополнительное измерительное устройство называется нониусом. По нониусу штангенциркуля определяют доли миллиметра измеряемых деталей. На рисунке ниже (положение – а), показано устройство нониуса. Это шкала, разделенная на 10 равных частей. Длина нониуса равна 19 мм

Штангенциркуль ШЦ-1 с точностью отсчета 0,1 мм





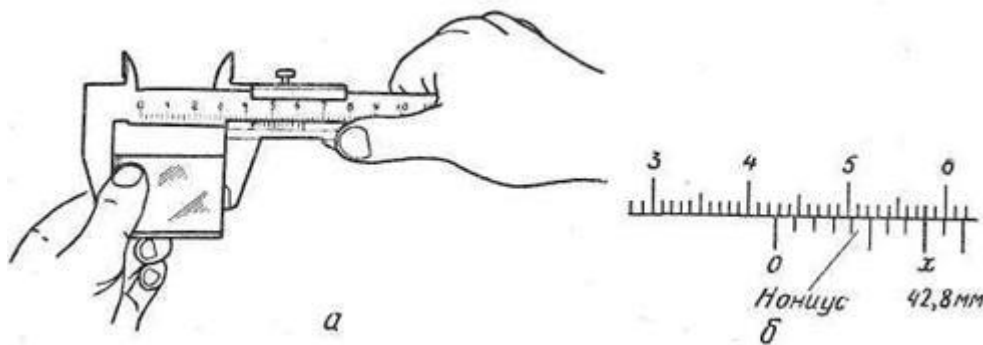
a — шкала нониуса.

Таким образом, каждое деление нониуса равно 1,9 мм, то есть на 0,1 мм меньше двух миллиметровых делений штанги

Когда губки штангенциркуля сомкнуты, нулевое (начальное) и последнее деления нониуса совпадают соответственно с нулевым и девятнадцатым делениями штанги. Остальные деления нониуса и штанги не должны совпадать

Измеряют штангенциркулем следующим образом. Целые миллиметры отсчитывают по делениям штанги.

Прием измерения штангенциркулем (а) и подсчет по нониусу (б)

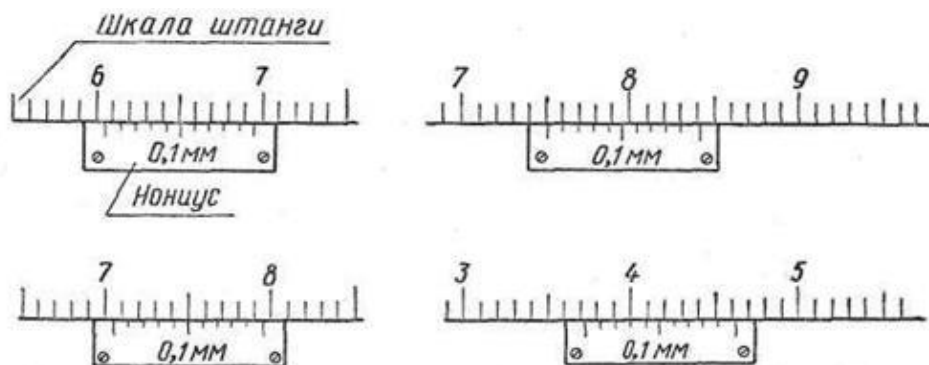


В нашем примере нулевое деление нониуса находится между целыми величинами (42 и 43 мм) шкалы штанги. Число целых миллиметров на штанге в нашем примере 42. Затем определяют, какое деление нониуса совпадает с делением штанги. Порядковый номер совпавшего деления нониуса показывает число десятых долей миллиметра — в нашем случае восьмое деление. Точность отсчета нониуса 0,1 мм. 8 делений \times 0,1 мм = 0,8 мм. Размер измеряемой детали (рисунок выше положение - б) составляет 42,8 мм.

Содержание работы

Задание 1. Определите величину показаний штангенциркуля по рисункам.

Примеры показаний штангенциркуля



Запишите определенную величины показаний

Задание 2. Измерьте линейкой и штангенциркулем плитку концевой меры длины. Размер плитки, указанный на клейме будет действительным размером детали. Результат измерения – измеренным размером. Пользуясь формулами определения абсолютной относительной погрешности, подсчитайте погрешность измерения.

Результаты запишите в таблицу

	$X_{\text{действ.}}$	$X_{\text{измер.}}$	Δ_x	δ_x
При измерении линейкой				
При измерении штангенциркулем				

Задание 3. Задание 6 Вычислить погрешность измерения сопротивления проводника электрической цепи с помощью амперметра и вольтметра. При выполнении измерений получили $I = 1,8 \text{ A}$; $U = 12 \text{ В}$

Методические указания

Определяем сопротивление по формуле

$$R = \frac{U}{I}$$

2. Инструментальную погрешность вольтметра и амперметра (находим по таблице приложения 5)

3. Погрешность отсчета (половина цены деления) $\Delta_o = 0,05H$.

4. Абсолютная погрешность измерения тока и силы напряжения равна сумме инструментальной погрешности приборов и погрешностей отсчета

5. Относительная погрешность измерения определяется по формуле (5-я строчка в таблице приложения 6)

6. Абсолютная погрешность косвенного измерения R равна произведению его значения, определенного по формуле и относительной погрешности измерения

В качестве дополнительного материала по измерению штангенциркулем также рекомендую посмотреть видео по ссылке <https://www.youtube.com/watch?v=82yPc4p9wfs>

Контрольные вопросы:

1. Из каких частей состоит штангенциркуль
2. С какой точностью можно измерить штангенциркулем?
3. По какой шкале определяют размеры в мм?
4. По какой шкале определяют размеры в десятых долях мм?
5. Для чего служит глубиномер?
6. В чем разница между прямыми и косвенными измерениями?
7. В каких случаях учитывают инструментальную погрешность измерения?

Оформить отчет