1. **Цель работы:**

Изучить устройство и принцип действия штангенциркуля, получить первичные практические навыки в выполнении поверки СИ, осуществить поверку штангенциркуля, определить пригодность штангенциркуля к использованию, ознакомиться с правилами оформления результатов поверки СИ.

1. **Описание лабораторной установки:**

Внешний вид штангенциркуля, а также органы регулировки и отсчета показаний изображены на рисунках 1 и 2.

Рисунок 1 – Внешний вид штангенциркуля

Рисунок 2 – Органы регулировки и отсчета показаний штангенциркуля

В работе производится поверка штангенциркуля ШЦ-II-250-0,05-1, предназначенного для измерения наружных и внутренних размеров. Название ШЦ-II-250-0,05-1 обозначает: ШЦ – штангенциркуль; II – тип (двухсторонний); 250 – диапазон измерений (0-250 мм); 0,05 – значение отсчета по нониусу (цена деления) в мм; 1 – класс точности. А также производится проверка штангенциркулей ШЦ-250 и ШЦЦ-150. Штангенциркуль (рисунок 2) состоит из штанги, по которой перемещается рейка. На рабочей поверхности штанги 1 нанесена основная миллиметровая шкала. Отсчетным устройством в штангенциркуле является дополнительная шкала (нониус), которая нанесена на измерительной рамке и позволяет отсчитывать дробные доли миллиметра. Для фиксации положения рамка снабжена стопорным винтом. На штанге и рамке имеются губки с кромочными (ножевыми) измерительными поверхностями для измерения наружных размеров.

1. **Рабочие формулы:**

Среднее арифметическое значение отсчетов штангенциркуля:

(1)

где n – число измерений, – значение каждого наблюдения (случайная величина)

Среднее квадратичное отклонение:

(2)

Предельные значения абсолютных погрешностей измерений:

, (3)

где – коэффициент Стьюдента, S – среднее квадратичное отклонение

Класс точности:

*,* (4)

где - погрешность, разность между действительным результатом измерения на шкале штангенциркуля и размером концевой меры; dimlim – предел измерений штангенциркуля; к.т. – класс точности прибора.

1. **Результаты измерений и вычислений:**

*Таблица 1 – Длина вылета губок для штангенциркулей*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазон измерения, мм | мм | мм | мм  не менее | мм |
| 0-125 | 35-42 | - | 15 | - |
| 0-150 | 38-42 | 40,5 | 16 | 22,5 |
| 0-160 | 45-50 | - | 16 | - |
| 0-200 | 50-63 | - | 16 | - |
| 0-250 | 60-80 | 60 | 16 | 37 |

*Таблица 2 – Определение параллакса в трех точках по шкале штанги и в трех точках по шкале нониуса для ШЦ-1-150-0,1-2 и ШЦЦ-11-150*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точка измерения | Длина меры, мм | *α* при | *α* при | *α* при | Результат сравнения |
| 1 | 20,0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 |
| 2 | 60,0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 |
| 3 | 100,0 | 0 | 0,02 | 0 | 0,06 |

*Таблица 3 – Расстояние между измерительными поверхностями губок для штангенциркулей*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| мм | Тип штангенциркуля | мм | мм | *,* мм |
| 10+0,07  10-0,03 | ШЦ-150 | 9,97 | 9,96 | 0,01 |
| ШЦ-250 | 10,01 | 10,02 | 0,01 |
| ШЦЦ-150 | 9,98 | 9,99 | 0,01 |

*Таблица 4 – Результаты измерений погрешности показаний штангенциркуля ШЦ-1-150-0,1-2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поверяемые точки | | Длина меры l, мм | Показание ШЦ хизм, мм  ШЦ (номер наблюдения) | | | | | Среднее арифм. значение | Среднее квадратич. отклонение среднего арифм. | Уровень надежности | Предельно допускаемая погрешность , мм | Класс точности |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | | 20,0 | 19,98 | 19,99 | 19,99 | 20 | 20 | 19,992 | 0,0034 | 2,77 | 0,0042 | 0,0014 |
| 2 | При отжатом стоп. винте рамки | 60,0 | 59,99 | 59,99 | 59,99 | 60 | 60,01 | 59,996 | 0,0036 | 2,77 | 0,0046 | 0,0015 |
| При зажатом стоп. винте рамки | 60,0 | 60,01 | 60 | 60 | 60 | 59,99 | 60 | 0,1981 | 2,77 | 0,2454 | 0,0818 |
| 3 | | 100,0 | 99,98 | 99,99 | 100 | 100,01 | 100,02 | 100 | 0,1793 | 2,77 | 0,2221 | 0,074 |

*Таблица 5 – Результаты измерений погрешности показаний штангенциркуля ШЦ-250*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поверяемые точки | Длина меры l, мм | Показание ШЦ хизм, мм  ШЦ (номер наблюдения) | | | | | Среднее арифм. значение | Среднее квадратич. отклонение среднего арифм. | Уровень надежности | Предельно допускаемая погрешность , мм | Класс точности |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 20,0 | 19,98 | 19,99 | 19,99 | 20 | 20 | 19,992 | 0,0034 | 2,77 | 0,0042 | 0,0014 |
| 2 | 60,0 | 59,99 | 60 | 60 | 60 | 60 | 59,998 | 0,0036 | 2,77 | 0,0046 | 0,0015 |
| 3 | 100,0 | 99,98 | 99,98 | 99,99 | 99,99 | 99,99 | 99,986 | 0,1793 | 2,77 | 0,2221 | 0,074 |

*Таблица 6 – Результаты измерений погрешности показаний штангенциркуля ШЦ-150*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поверяемые точки | Длина меры l, мм | Показание ШЦ хизм, мм  ШЦ (номер наблюдения) | | | | | Среднее арифм. значение | Среднее квадратич. отклонение среднего арифм. | Уровень надежности | Предельно допускаемая погрешность , мм | Класс точности |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 20,0 | 19,99 | 19,99 | 19,98 | 19,98 | 19,98 | 19,984 | 0,0034 | 2,77 | 0,0042 | 0,0014 |
| 2 | 60,0 | 59,99 | 59,99 | 59,98 | 59,98 | 59,98 | 59,984 | 0,0036 | 2,77 | 0,0046 | 0,0015 |
| 3 | 100,0 | 99,99 | 99,98 | 99,98 | 99,98 | 99,97 | 99,98 | 0,1793 | 2,77 | 0,2221 | 0,074 |

1. **Примеры вычислений:**

По формуле (1):

(мм)

По формуле (2):

(мм)

По формуле (3):

(мм)

По формуле (4):

1. **Выводы:**

В ходе лабораторной работы было проведено изучение устройства и принципов действия штангенциркуля. Для проверки штангенциркулей различных моделей (ШЦ-11-250-0,05-1, ШЦ-150, ШЦЦ-150) были произведены измерения их параметров с целью определения точности показаний.

Проведенные измерения и расчеты показывают, что все штангенциркули соответствуют установленным нормам по классу точности. Погрешности измерений в большинстве случаев не превышают предельно допустимых значений измерений, что подтверждает правильность работы измерительных приборов. Таким образом, штангенциркули, используемые в работе, могут быть признаны пригодными для дальнейших работ, что подтверждается полученными результатами.