

Задания прислать в личном сообщении
ВК <https://vk.com/id63688777>

На фотографиях вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **20.03.2023**, группа ХКМ 3/1, Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия.

Инструкционная карта

Практическая работа №4

Тема работы Изучение устройства штангенинструментов и микрометрических средств измерений, их технологических возможностей

Цель работы:

- изучить устройство штангенциркуля;
- ознакомиться с нониусным отсчетом результата измерения;
- ознакомиться с технологическими возможностями штангенциркуля;
- приобрести навыки по измерению геометрических параметров с использованием различных штангенинструментов;
- получить навыки в работе с концевыми мерами длины;
- ознакомиться с методикой проверки точности штангенциркуля
- изучить устройство микрометра;
- ознакомиться с методикой отсчета результатов измерения микрометром;
- ознакомиться с технологическими возможностями микрометрических измерительных средств;
- приобрести навыки по измерению геометрических параметров с использованием микрометра;
- получить навыки по оценке точности микрометра;
- ознакомиться с методикой использования концевых мер длины.

Материальное обеспечение работы:

- 1)методическое пособие к выполнению работы;
- 2штангенциркуль, микрометр;
- 3)технические детали в ассортименте;
- 4)набор концевых мер длины;
- 5)литература: *Шишмарев В.Ю.* Средства измерений : учебник / В. Ю. Шишмарев. — М. : Изд. центр «Академия», 2006.

Методические пояснения

Измерение — это процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.

Средство измерения — это техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики.

Измерения подразделяют на абсолютные и относительные. При **абсолютных измерениях** результат получают напрямую по показаниям измерительного прибора. При **относительных измерениях** результат достигается путем сравнения измеряемой величины с известным значением меры или эталона. Действительный размер L в этом случае определяют алгебраическим суммированием размера N установочной меры и показаний D измерительного средства:

$$L=N\pm\Delta$$

При выборе измерительного средства для выполнения измерений учитывают его основные метрологические показатели: цену деления шкалы; диапазон измерений; предел измерений; усилие, воздействующее на поверхность измеряемой детали; погрешность измерительного прибора.

Погрешность измерений характеризует степень приближения результата измерения к некоторому истинному значению измеряемой величины в виде отклонения результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

По причине возникновения выделяют погрешности:

- метода измерения;
- отсчетного устройства;
- отсчета результата измерения;
- самого измерительного прибора и др.

По виду погрешности измерений подразделяют на систематические, случайные и грубые. Для каждого измерительного средства существует **предел допускаемой погрешности**, под которым понимают наибольшую абсолютную погрешность средства измерения, при которой это измерительное средство еще может быть признано годным к применению.

Содержание отчета по работе:

- схемы измерения наружного и внутреннего размеров деталей штангенциркулем;
- схема измерения наружного размера деталей микрометром;
- таблицы результатов проверки точности штангенциркуля и микрометра;

-выводы по работе.

Этапы выполнения работы:

- 1) Ознакомиться с заданием на практическую работу.
- 2) Изучить устройство штангенциркуля и микрометра.
- 3) Освоить нониусный отсчет результата измерений.
- 4) Измерить параметры технических деталей по заданию преподавателя.
- 5) Провести эксперимент по проверке точности работы штангенциркуля и микрометра.
- 6) Оформить отчет и составить выводы по работе.
- 7) Подготовиться к защите и защитить практическую работу

Методические указания к выполнению задания №1

При обработке деталей машиностроения выдерживают размеры, форму, шероховатость и другие геометрические параметры поверхностей. При контроле готовых деталей производят большое число измерений с использованием механических средств измерений длины, к которым относятся концевые меры длины и штангенинструменты.

Концевые меры длины имеют вид прямоугольного параллелепипеда с двумя взаимно параллельными измерительными плоскостями. Каждая из этих мер воспроизводит один фиксированный размер с высокой точностью. Так как измерительные плоскости имеют очень малую шероховатость, то две меры легко притираются одна к другой и сцепляются, образуя уже другой фиксированный линейный размер, т. е. другую меру. Таким образом, соблюдая правила обращения с концевыми мерами длины, можно составить из них практически любой фиксированный размер. Используют концевые меры длины для проверки измерительных приборов и их установки в нулевое положение в процессе измерений.

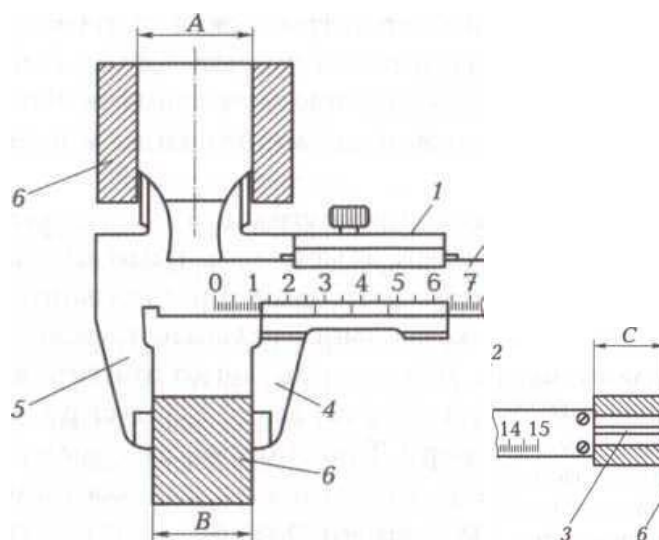
Штангенинструменты являются средствами для линейных измерений, у которых отчетные устройства основаны на применении линейного нониуса. Принцип построения нониуса заключается в совмещении двух шкал с неодинаковой ценой деления, основной и вспомогательной (нониуса). На производстве используют штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы и др.

Штангенциркуль (рис. 2.1) состоит из штанги **2** и подвижной рамки **1**. На штанге нанесена шкала с ценой деления 1 мм, а на скосе рамки — вспомогательная шкала, называемая нониусом, с ценой деления 0,9 мм. Имеются две измерительные губки **4** и **5**. Неподвижная губка **5** является

неотъемлемой частью штанги **2**, а подвижная губка **4** — неотъемлемой частью рамки **1**. Рамка **1** жестко связана с линейкой **3** глубиномера для измерения глубины **С**. Измерительные губки двусторонние. Одна сторона губок используется для измерения внутренних размеров типа **А**, а другая — для измерения наружных размеров типа **В**.

Если соединить подвижную губку с неподвижной (измеряемый размер равен нулю), то совпадут нули на обеих шкалах. Однако первая (после нулевой) отметка нониусной шкалы будет смещена относительно первой (после нулевой) отметки основной шкалы на 1 мм. Соответственно вторые отметки шкал будут смещены на 2 мм и т.д. Результат измерения размера (см. рис. 2.1) отсчитывают по двум шкалам.

По основной шкале отсчитывают целые значения измеряемого размера (7 мм), а по нониусной шкале — доли миллиметра (0,1 мм). В некоторых штангенинструментах применяют растянутую нониусную шкалу, которая обеспечивает отсчет показаний до 0,05 мм, или встроенный цифровой индикатор с более точным отсчетом показаний



1-подвижная рамка с нониусной шкалой; 2- штанга с основной шкалой;
3-линейка глубиномера; 4- подвижная губка; 5- неподвижная губка;
6- измеряемая деталь; А, С, В – измеряемые параметры

Рисунок 2.1- Схема измерения штангенциркулем

Для определения инструментальной погрешности штангенинструментов можно использовать набор концевых мер длины. Для этих целей создают блок из нескольких концевых мер длины определенного размера и трижды измеряют штангенциркулем полученный размер.

Затем определяют действительный размер блока концевых мер, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической проверки, и сравнивают его со средним арифметическим

значением результата измерения. Если полученная разность размеров превышает половину цены деления шкалы штангенинструмента, то его следует отправить в ремонт.

Задания №1 на практическую работу приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 Варианты индивидуальных заданий

Задание	Номера варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Измерьте наружный размер детали	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Измерьте внутренний размер детали	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оцените погрешность штангенциркуля набором из двух концевых мер длины	1 0 + 5	1 0 + 2 0	5 + 6 0	5 + 8 0	5 + 3 0	1 + 8 0	2 + 8 0	3 + 6 0	5 + 9 0	4 + 8 0

Пример выполнения задания №1 практической работы

Задание №1 на практическую работу (вариант 0) гласит:

- 1.Измерьте наружный размер детали.
- 2.Измерьте внутренний размер детали.
- 3.Оцените погрешность штангенциркуля набором из двух концевых мер длины (10 и 5 мм).

Наружный и внутренний диаметры детали, выданной преподавателем, измерим штангенциркулем по схеме, приведенной на рис. 2.1.

Для оценки погрешности штангенциркуля выберем из набора концевых мер длины две меры, согласно заданию (вариант 0) с размерами 10 и 5 мм. Тщательно очистим рабочие поверхности этих мер и протрем их салфеткой из стираемого батиста. Затем приложим меры одну к другой рабочими поверхностями и полностью их совместим. Соединенные меры измерим штангенциркулем в трех местах (по краям и по центру меры) и занесем результаты каждого измерения и среднее значение в табл. 2.2. Затем определим действительный размер блока концевых мер, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической проверки, и сравним его со средним арифметическим значением результата измерения.

В выводах отметим величину погрешности штангенциркуля и возможность его дальнейшего использования на производстве, т. е. если полученная разность результата измерения и действительного размера меры превышает половину цены деления штангенциркуля, то им пользоваться нельзя. Этот измерительный инструмент следует отправить в ремонт.

Таблица 2.2. Результаты измерений по оценке точности штангенциркуля

Размер концевых мер длины, мм		Результат трех измерений, мм	Среднее значение результата измерений, мм	Погрешность штангенциркуля
номинальный	действительный			
10,00+5,00=15,00	10,008+5,012=15,02	10,05; 15,05; 15,00	15.03	+0,013

Методические указания к выполнению задания №2

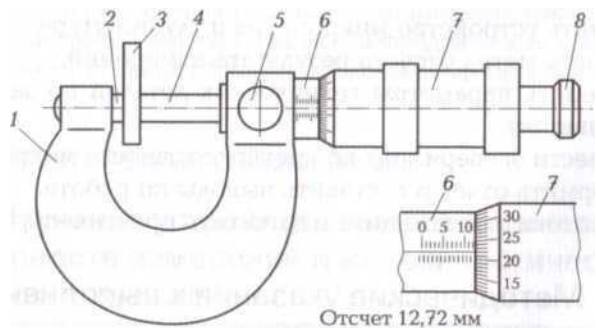
К микрометрическим измерительным средствам относятся микрометры, микрометрические глубиномеры, микрометрические нутромеры и рычажные микрометры. Во всех этих инструментах используется микрометрическая пара, состоящая из высокоточного винта и гайки, что позволяет преобразовать вращательное движение винта, установленного в неподвижную гайку, в его поступательное движение вдоль оси.

Микрометр состоит из скобы **1** (рис. 2.4), с одной стороны которой запрессована неподвижная пятка **2**, а с другой укреплена микрометрическая головка, состоящая из стебля **6**, барабана **7** с микрометрическим винтом **4** и предельным механизмом с трещоткой **8**, обеспечивающим постоянное усилие воздействия на измеряемую деталь **3**. Результат измерения отсчитывают по двум шкалам: одной, нанесенной на стебле **6**, и второй, нанесенной на конусной части барабана **7**.

Так как в микрометрических измерительных средствах чаще всего используют резьбу с шагом 0,5 мм, то за один оборот винта он перемещается вдоль своей оси на 0,5 мм. Для отсчета этого перемещения на стебле **6** имеется двойная шкала с ценой деления 0,5 мм. Для отсчета дробной части оборота винта на конусной части барабана **7** нанесено 50 равномерных делений, что позволяет определять 1/50 часть оборота винта, т. е. 1/50 долю деления основной шкалы.

При шаге резьбы 0,5 мм и повороте барабана, а следовательно и винта,

на $1/50$ часть оборота (одно деление по шкале на барабане) винт переместится вдоль своей оси на величину $I = 0,5/50 = 0,01$ мм, что и является ценой деления микрометра.



1- скоба микрометра: 2- неподвижная пятка: 3- измеряемая деталь: 4- микрометрический винт: 5-стопорный винт: 6-стебель: 7-барабан: 8 – трещотка

Рис 2.4 Схема измерения гладким микрометром:

На производстве используют микрометры с разными пределами измерений: 0...25, 25...50 мм и др. Погрешность микрометра зависит от диапазона измерения, но не должна превышать $\pm 0,005$ мм.

Микрометрические глубиномеры по принципу измерения и отсчета показаний аналогичны микрометрам. Отличие состоит лишь в отсутствии скобы и неподвижной пятки, а к стеблю 3 (рис. 2.5) прикреплена опорная пластина 4. При измерении глубины А опорную пластину 4 прижимают плотно к торцу измеряемой детали 6 и вращают микрометрический винт 5 за рукоятку трещотки 1 предельного механизма до момента упора свободного конца винта в дно отверстия измеряемой детали 6. Результат измерения отсчитывают по двум шкалам — на стебле и барабане.

Для определения инструментальной погрешности микрометрических инструментов используют набор концевых мер длины.

Задания №2 на практическую работу приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3- Варианты индивидуальных заданий

Задания	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Измерьте наружный размер детали	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оцените погрешность микрометра набором из двух концевых мер длины	20 и 50	10 и 20	10 и 30	5 и 60	5 и 80	5 и 80	1 и 80	3 и 60	5 и 90	4 и 80	

Пример выполнения задания №2

Задание №2 на практическую работу (вариант 0) гласит:

1.Измерьте наружный размер детали.

2.Оцените погрешность микрометра набором из двух концевых мер длины 20 и 50 мм.

Наружный диаметр детали, выданной преподавателем, измерим по схеме, приведенной на рис. 2.4.

Для оценки погрешности микрометра выберем из набора концевых мер длины две меры, согласно заданию с размерами 20 и 50 мм. Тщательно очистим рабочие поверхности этих мер и протрем их салфеткой из стирального батиستا. Приложим меры одну к другой рабочими поверхностями и сожмем их до полного совмещения рабочих поверхностей. Соединенные таким образом меры измерим микрометром в трех местах (по краям и по центру меры) и занесем результаты каждого измерения и их среднее значение в табл.2.4

Таблица 2.4-Результаты измерений по оценке точности

Размер концевых мер длины, мм		Результат трех измерений, мм	Среднее значение результата измерений, мм	Погрешность микрометра, мм
номинальный	действительный			
50+20=70	49,998+19,997=69,995	69,9; 69,8; 70,1	69.934	-0,061

Затем определим действительный размер блока концевых мер, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической проверки, и сравним его со средним арифметическим значением результата измерения.

В отчете по заданию представим схему измерения, аналогичную рис. 2.4, а в выводах отметим величину погрешности прибора и возможность его использования на производстве, т.е. если полученная разность измеренного результата и действительного размера превышает половину цены деления микрометра, то его следует отправить в ремонт.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит принцип построения нониусного отсчета?
2. Какова точность измерения штангенинструментами?
3. Какие геометрические параметры можно измерить штангенциркулем?
4. Каковы правила обращения с концевыми мерами длины?
5. Как устроен микрометр?
6. В чем состоит принцип отсчета результата измерения микрометром?
7. Для чего микрометр снабжен трещоткой?
8. Какова цена деления микрометра?
9. Как можно оценить точность работы микрометра?
10. Какие геометрические параметры деталей можно измерить микрометром?
11. Для чего необходимы технические эталоны при измерениях микрометрическими измерительными устройствами?