

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Машиностроительный техникум

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

*Методические указания к выполнению практических работ
по теме: «Технические измерения»*

Специальности: 15.02.08 «Технология машиностроения»

15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного
оборудования»

Вологда
2014

УДК 621.7.08(076)

Метрология, стандартизация и сертификация: курс лекций и методические указания к выполнению практических работ по теме: «Технические измерения». – Вологда: ВоГУ, 2014. – 19 с.

Рассмотрен комплекс практических задач по теме «Технические измерения» дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» с изложением методических указаний к выполнению практических работ. Для каждой практической работы приведена исходная информация, цель работы, содержание отчёта, а также необходимые для выполнения заданий примеры и справочный материал. Условия для выполнения практических работ приближены к производственным задачам, решаемым техником – технологом в условиях реального производства.

Методические указания предназначены для студентов машиностроительного техникума очной формы обучения по специальностям 15.02. 08 «Технология машиностроения», 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования».

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составитель Т. Д. Рослякова, преподаватель

Рецензент Е.Б. Сидорова, зам. директора по учебной работе

ВВЕДЕНИЕ

Практические работы выполняются студентами машиностроительного техникума очной формы обучения при реализации учебной дисциплины «Метрология, стандартизация сертификация».

Основной целью выполнения практических работ является закрепление знаний, полученных студентами при изучении теоретического курса. Формирование компетенций в области использования контрольно – измерительных средств в сочетании с правильной оценкой точности измерений является хорошей базой для успешной работы на предприятиях машиностроительного производства.

1. ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Практическая работа включает в себя:

1. Наименование работы.
2. Цель работы.
3. Задание (исходные данные).
5. Содержание работы.
6. Вывод.
7. Ответы на контрольные вопросы.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: «Изучение концевых мер длины».

Цель работы:

– формирование компетенций в области использования контрольно-измерительных средств при контроле работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования (специальность – 15.02.01).

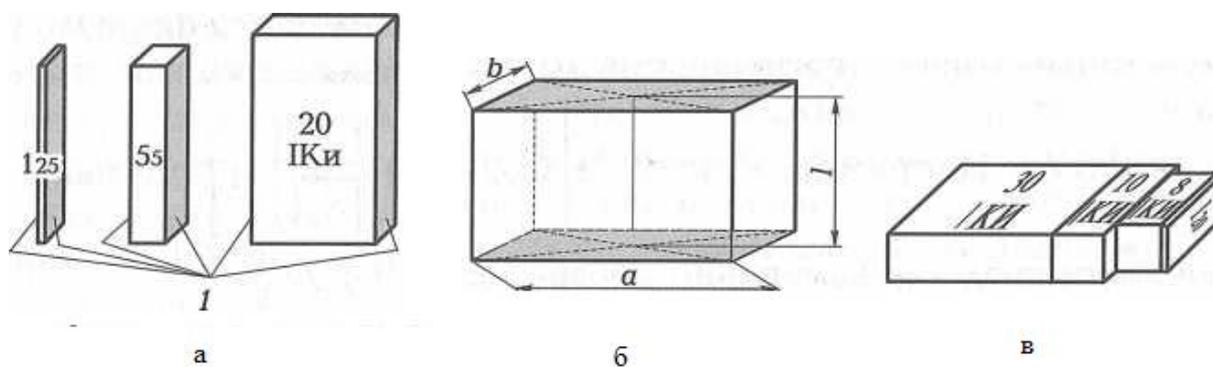
– формирование компетенций в области использования контрольно-измерительных средств при проведении контроля соответствия качества деталей требованиям технической документации (15.02. 08).

2.1. Общие положения

В соответствии с ГОСТ 9038-90 концевые меры длины (КМД), изображённые на рисунке 1, имеют форму прямоугольного параллелепипеда с двумя плоскопараллельными измерительными поверхностями. Каждая из мер вос-

производит один фиксированный размер с высокой точностью. Так как измерительные плоскости имеют малую шероховатость, то легко притираются одна к другой и сцепляются, образуя уже другой фиксированный размер, т. е. другую меру. Таким образом, соблюдая правила обращения с концевыми мерами длины, можно составить из них любой фиксированный размер. Используют концевые меры длины для проверки измерительных средств и их установки в нулевое положение в процессе измерений.

За размер плоскопараллельной концевой меры принимается её срединная длина l , которая определяется длиной перпендикуляра, проведённого из середины одной из измерительных поверхностей меры на противоположную измерительную поверхность. Номинальный размер срединной длины наносят на каждую меру.



*Рисунок 1 - Плоскопараллельные концевые меры длины:
 а — измерительные поверхности концевых мер;
 б — определение срединной длины l концевой меры;
 в — блок концевых мер; b — ширина блока концевых мер;
 a — длина концевых мер*

КМД могут иметь следующие классы точности: 00; 01; 0; 1; 2; 3 – из стали; 00; 0; 1; 2; 3 – из твердого сплава (класс 00 – самый точный). Для изношенных и частично изменивших размер концевых мер длины применяют классы 4 и 5. Класс точности КМД определяет величину отклонения действительного размера меры от её номинального размера. Класс точности меры указывает на допустимое отклонение от номинального размера, а также от плоскостности и параллельности. Концевые меры комплектуют в различные наборы по их числу и номинальной длине. В наборах от № 1 до № 19 число мер составляет от 2 до 112. В специальных наборах № 20, 21 и 22 содержатся соответственно 23, 20 и 7 мер.

Класс точности набора определяется низшим классом отдельной меры, входящей в набор. К каждому набору прилагается паспорт, в котором указывается номинальная длина каждой меры и отклонение.

При применении мер по классам точности наибольшая погрешность размера блока мер $\Delta_{\text{наиб}}$ может быть определена по формуле:

$$\Delta_{\text{наиб}} = \pm(\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n), \quad (1)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – допускаемые отклонения мер.

Наиболее вероятной при применении по классам является суммарная погрешность $\Delta_{\text{lim}_\Sigma}$ блока, определяемая по формуле

$$\Delta_{\text{lim}_\Sigma} = \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}. \quad (2)$$

В зависимости от погрешности измерения длины мер (погрешности аттестации) и отклонения их от плоскостности и параллельности КМД разделяют на пять разрядов: 1, 2, 3, 4 и 5-й (для первого разряда определена наименьшая погрешность аттестации). Если блок собирается из набора, которому присвоен разряд, то действительный размер блока определяется с учётом действительных отклонений размеров мер, указанных в аттестате. Это позволяет уменьшить погрешность размера блока по сравнению с применением мер по классам точности.

Одно из основных свойств концевых мер длины, обеспечивающее их широкое применение – это притираемость, т.е. способность прочно сцепляться между собой при прикладывании или надвигании одной меры на другую. Сцепление мер вызывается силами межмолекулярного взаимодействия при наличии тончайшей плёнки смазки между ними (0,05 – 0,1 мкм).

Концевые меры из стали должны выдерживать 500 притираний при вероятности безотказной работы 0,8, а концевые меры из твёрдого сплава – 30000 при вероятности 0,9.

При составлении блока требуемого размера из КМД следует руководствоваться следующим правилом. Такой блок необходимо составлять из возможно меньшего числа мер. Сначала следует выбирать концевые меры, позволяющие получить тысячные доли миллиметра, затем сотые, десятые и, наконец, целые миллиметры.

Например, для получения блока размером 28,495 мм необходимо из набора № 1 взять концевые меры в такой последовательности: 1,005+1,49+6+20=28,495 мм. Минимальное число КМД в блоке, с одной стороны, повысит его точность (уменьшается суммарная погрешность размера блока), а с другой – уменьшит вероятность его разрушения. В блоке должно содержаться не более 5 концевых мер.

Материалами, из которых изготавливают КМД, чаще всего служат хромистые стали 20ХГ, ХГ, ШХ15 и Х, твёрдость их измерительных поверхностей составляет не менее 62 HRC.

Параметр шероховатости Rz измерительных поверхностей КМД для обеспечения хорошей притираемости и высокой износостойкости не должен превышать 0,063 мкм, параметр шероховатости Ra нерабочих поверхностей – 0,63 мкм.

Условное обозначение, например, набора № 2 концевых мер из стали класса точности 1, имеет следующий вид:

Концевые меры 1 – Н2 ГОСТ9038 – 90.

Задания на практическую работу приведены в таблицах 1 и 2.

2.2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданием на практическую работу.
2. Изучить набор концевых мер длины.
3. Выполнить задание № 1.
4. Выполнить задание № 2.
5. Оформить отчёт и сделать вывод.
6. Ответить на контрольные вопросы.
7. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

2.3. Пример выполнения практической работы

Задание № 1: составить блок из концевых мер длины 4-го разряда для настройки средства измерения и определить действительный размер блока с помощью аттестата.

Условие: измеряется методом сравнения с мерой гладкий калибр – пробка Ø20,005 мм.

Решение: при составлении блока КМД следует стремиться к минимальному количеству мер, составляющих блок.

Сумма выбранных мер составит: $1,005 + 9 + 10 = 20,005$ мм, что равно заданному размеру. По аттестату (табл. 3) находим отклонения мер от номинального размера и суммируем их алгебраически: $- 0,7 - 1,2 + 0,3 = - 1,6$ мм. Эта величина является отклонением от номинального размера блока.

Определим действительный размер блока $20,005 - 0,0016 = 20,0034$ мм.

Задание № 2: определить наибольшую и наиболее вероятную погрешность размера блока концевых мер длины.

Условия: имеется блок размером 75,415 мм; класс точности мер – 3-й.

Решение: сумма выбранных мер составит: $1,005 + 1,41 + 3 + 70 = 75,415$ мм, что равно заданному размеру. В зависимости от номинальной длины мер для 3-го класса точности по таблице 4 находим допускаемые отклонения мер Δ ,

которые соответственно равны $\Delta_1 = \pm 0,8$ мкм; $\Delta_2 = \pm 0,8$ мкм; $\Delta_3 = \pm 0,8$ мкм; $\Delta_4 = \pm 2,0$ мкм.

Наибольшую погрешность блока определим по формуле (1).

$$\Delta_{\text{наиб}} = \pm (\Delta_1 + \Delta_2 + \dots + \Delta_n) = \pm (0,8 + 0,8 + 0,8 + 2,0) = \pm 4,4 \text{ мкм.}$$

Наиболее вероятную погрешность блока определим по формуле (2).

$$\Delta_{\text{lim}_\Sigma} = \pm \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2} = \pm \sqrt{0,8^2 + 0,8^2 + 0,8^2 + 2^2} \approx \pm 2,4 \text{ мкм.}$$

Задания:

1. Составить блок из концевых мер длины 4 – го разряда по заданному размеру и определить действительный размер блока по аттестату.

Варианты заданий указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5
Размер блока, мм	45,425	87,26	122,075	25,76	73,87
Варианты	6	7	8	9	10
Размер блока, мм	58,65	12,875	92,99	156,66	62,425

2. Составить блок из концевых мер длины по заданному размеру и определить наибольшую и наиболее вероятную погрешность размера блока в зависимости от класса точности мер.

Варианты заданий указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5
Размер блока, мм	80,515	92,34	115,005	147,54	63,505
Класс точности мер	1	4	2	3	4
Варианты	6	7	8	9	10
Размер блока, мм	23,78	8,325	50,51	35,98	145,25
Класс точности мер	3	2	1	3	4

Таблица 3 - Результаты периодической поверки

Ном. размер, мм	Отклонение от ном. размера, мкм	Ном. размер, мм	Отклонение от ном. размера, мкм	Ном. размер, мм	Отклонение от ном. размера, мкм	Ном. размер, мм	Отклонение от ном. размера, мкм
1,005	-0,7	1,22	-0,5	1,44	+0,2	6,5	+0,5
1,01	-0,4	1,23	-0,4	1,45	+0,2	7,0	-1,1
1,02	-0,7	1,24	-0,5	1,46	-0,4	7,5	-0,3
1,03	-0,5	1,25	-1,4	1,47	+0,3	8,0	-0,4
1,04	-0,1	1,26	-0,2	1,48	-1,2	8,5	-0,6
1,05	-0,9	1,27	-0,3	1,49	-1,3	9,0	-1,2

1,06	-0,5	1,28	-0,4	0,5	-0,6	9,5	-0,2
1,07	+0,2	1,29	-0,4	1,0	-0,5	10	+0,3
1,08	-0,1	1,30	-0,6	1,5	+0,1	20	-0,5
1,09	-0,3	1,31	-0,4	1,6	-0,1	30	-0,6
1,10	-0,8	1,32	-0,4	1,7	-1,0	40	-1,2
1,11	+0,2	1,33	-0,7	1,8	-0,2	50	+0,4
1,12	-1,1	1,34	+0,7	1,9	+0,1	60	-0,3
1,13	-0,1	1,35	-0,6	2,0	-0,7	70	-1,2
1,14	-0,4	1,36	-0,3	2,5	+0,3	80	-1,5
1,15	+0,42	1,37	+0,3	3,0	-0,8	90	+1,6
1,16	+0,7	1,38	-0,8	3,5	-0,3	100	-0,8
1,17	-0,4	1,39	-0,9	4,0	-0,2		
1,18	-0,3	1,40	-0,3	4,5	+0,1		
1,19	+0,6	1,41	-0,2	5,0	-0,2		
1,20	-0,4	1,42	-0,1	5,5	+0,2		
1,21	+1,3	1,43	-0,2	6,0	-0,5		

Таблица 4 - Отклонение длины концевых мер в зависимости от классов точности

Номинальные значения длины концевой меры, мм	Допускаемые отклонения, мкм, для классов точности					
	0	1	2	3	4	5
До 10	0,10	0,2	0,4	0,8	2,0	4,0
Св. 10 до 25	0,14	0,3	0,6	1,2	2,5	5,0
Св. 25 до 50	0,20	0,4	0,8	1,6	3,0	6,0
Св. 50 до 75	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
Св. 75 до 100	0,30	0,6	1,2	2,5	5,0	10,0
Св. 100 до 250	0,40	0,8	1,6	3,0	6,0	10,0

2.4. Контрольные вопросы

1. Сформулировать правило подбора блока концевых мер длины.
2. Почему концевые меры длины являются однозначными мерами?
3. Как при помощи однозначных мер можно контролировать разные размеры?
4. Как определяется срединная длина l концевой меры длины?

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: «Изучение устройства штангенинструментов и их технологических возможностей».

Цель работы:

– формирование компетенций в области использования контрольно-измерительных средств при контроле работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования (специальность – 15.02.01).

– формирование компетенций в области использования контрольно-измерительных средств при проведении контроля соответствия качества деталей требованиям технической документации (15.02. 08).

3.1. Общие положения

При обработке деталей в машиностроении 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.

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

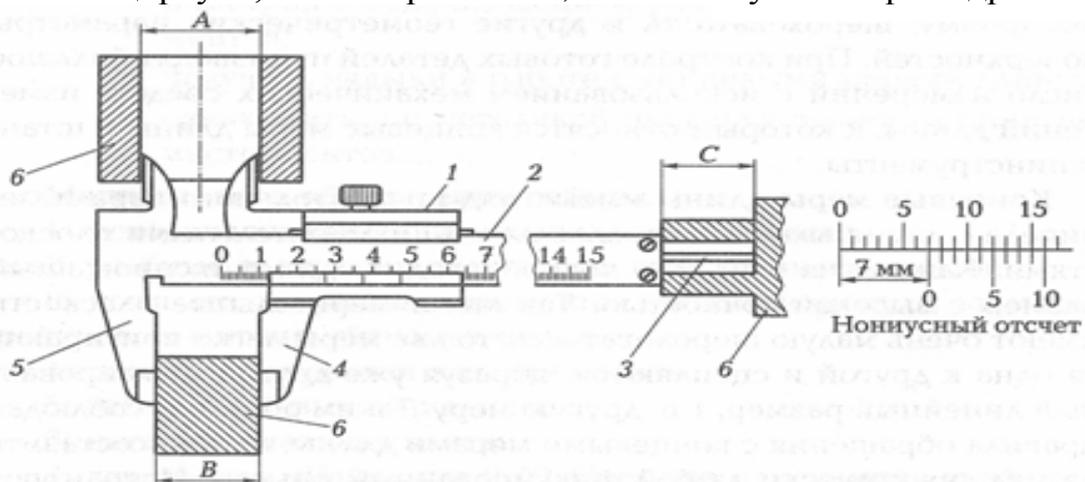


Рисунок 2 - Схема измерения штангенциркулем:

- 1 – подвижная рамка с нониусной шкалой; 2 – штанга с основной шкалой;
3 – линейка глубиномерка; 4 – подвижная губка; 5 – неподвижная губка;
6 – измеряемая деталь: A, C, B – измеряемые параметры

Штангенциркуль (рис. 2) 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 – неотъемлемой частью рамки 1. Рамка 1 жёстко 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 0,1мм. Соответственно вторые отметки шкал будут смещены на 0,2 мм и т. д. Результат измерения размера отсчитывают по двум шкалам. По основной шкале отсчитывают целые значения измеряемого размера (7 мм), а по нониусной шкале – доли миллиметра (0,1). В некоторых штангенинструментах применяют растянутую нониусную шкалу, которая обеспечивает отсчёт показаний до 0,05 мм, или встроенный цифровой индикатор с более точным отсчётом показаний.

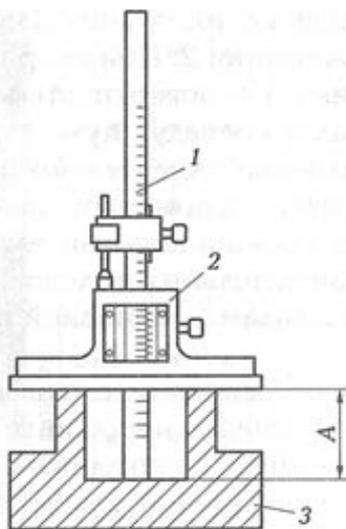


Рисунок 3 – Схема измерения штангенглубиномером:
 1 – штанга с основной шкалой и рабочей нижней торцевой поверхностью;
 2 – подвижная рамка с нониусной шкалой и базовым нижним основанием;
 3 – измеряемая деталь;
 А – измеряемый параметр

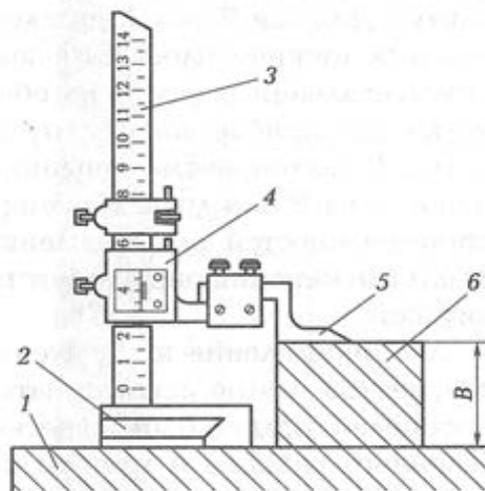


Рисунок 4 – Схема измерения штангенрейсмасом:
 1 – инструментальная плита;
 2 – основание; 3 – штанга с основной шкалой;
 4 – подвижная рамка с нониусной шкалой; 5 – наконечник или измерительная головка;
 6 – измеряемая деталь;
 В – измеряемый параметр

Штангенглубиномер (рис. 3) принципиально не отличается от штангенциркуля по принципу отсчёта показаний, а отличается конструкцией. Рабочими поверхностями штангенглубиномера являются нижняя торцевая поверхность штанги 1 и базовая плоскость основания подвижной рамки 2. В процессе измерения глубины A рамку 2 прижимают плотно к торцу измеряемой детали 3, а штангу 1 перемещают до упора в дно отверстия. Результат измерения определяют по двум шкалам – основной и нониусной.

Штангенрейсмас, изображённый на рисунке 4, является основным средством для точной разметки заготовок и может использоваться для измерения некоторых параметров деталей и сборочных единиц. Состоит это устройство из штанги 3, жёстко связанной с массивным основанием 2, и подвижной рамки 4, к которой крепят или остро заточенный наконечник 5 для разметки заготовок, или измерительную головку. Штангенрейсмас устанавливают на инструментальную плиту 1 нижней базовой плоскостью основания 2. При соприкосновении нижней плоскости наконечника 5 с поверхностью измерительной плиты 1 на обеих шкалах совпадут нулевые отметки, т. е. прибор покажет нулевое значение измеряемого параметра. Штангенрейсмас можно использовать для измерения размеров типа B или других размеров при наличии дополнительных принадлежностей для крепления и измерительных головок. Результат измерения определяют по двум шкалам – основной и нониусной.

Для определения инструментальной погрешности штангенинструментов можно использовать набор концевых мер длины. Для этих целей создают блок из нескольких концевых мер длины определённого размера и трижды измеряют штангенциркулем полученный размер. Затем определяют действительный размер блока КМД, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической поверки, 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 на практическую работу приведены в таблице 5.

2.2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданием на практическую работу.
2. Изучить устройство штангенинструментов.
3. Освоить нониусный отсчёт результата измерений.
4. Измерить параметры технических деталей по заданию преподавателя.
5. Провести метрологическую поверку штангенинструментов.

6. Оформить отчёт и сделать вывод.
7. Ответить на контрольные вопросы.
8. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

2.3. Пример выполнения практической работы

1. Измерить наружный диаметр детали штангенциркулем по схеме, приведённой на рисунке 2; данные занести в таблицу 5.

2. Измерить внутренний диаметр детали штангенциркулем по схеме, приведённой на рисунке 2; данные занести в таблицу 5.

3. Измерить глубину отверстия в детали штангенглубиномером по схеме, приведённой на рисунке 3; данные занести в таблицу 5.

4. Измерить высоту детали штангенрейсмасом по схеме, приведённой на рисунке 4; данные занести в таблицу 5.

5. Определить погрешность штангенциркуля набором из двух концевых мер длины 10 и 5 мм; данные занести в таблицу 6.

Для определения погрешности штангенциркуля выберём из набора концевых мер длины две меры, согласно заданию (вариант 0) с размерами 10 и 5 мм. Тщательно очистим рабочие поверхности этих мер и протрём их салфеткой из стиранного батиста. Затем приложим меры одну к другой измерительными поверхностями и полностью их совместим. Соединённые меры измерим штангенциркулем в трёх местах (по краям и по центру) и занесём результаты каждого измерения и их среднее значение в таблицу 6. Затем определим действительный размер блока КМД, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической поверки, и сравним его со средним арифметическим значением результата измерения.

Таблица 5 – Результаты измерений параметров технических деталей

Изменяемые параметры	Номер варианта										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наружный размер детали, мм											
Внутренний размер детали, мм											
Глубина отверстия в детали, мм											
Набор мер для определения погрешности штангенциркуля	5+10										
Высота детали, мм											

Таблица 6 – Результаты измерений погрешности штангенциркуля
(Пример заполнения таблицы)

Размер концевых мер длины, мм		Результат трёх измерений, мм	Среднее значение результата измерений, мм	Погрешность штангенциркуля, мм
номинальный	действительный			
10,00+5,00=15,00	10,008+5,010=15,02	15,05; 15,05; 15,00	15,03	+0,013

В отчёте по работе представить схемы измерения, аналогичные рисункам, и таблицы с результатами измерений. В выводах отметить величину погрешности штангенциркуля и возможность его дальнейшего использования на производстве.

2.4. Контрольные вопросы

1. В чём состоит принцип построения нониусного отсчёта?
2. Зачем нужна вторая (нониусная) шкала в штангенглубиномере?
3. Какова точность измерения штангенглубиномерами?
4. Какие геометрические параметры можно измерить штангенциркулем?
5. Изобразите схему измерения штангенциркулем ширины шпоночного паза?
6. Можно ли определить с помощью штангенциркуля величину радиального зазора в гладком цилиндрическом соединении?

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: «Изучение устройства микрометрических средств измерений и их технологических возможностей»

Цель работы:

– формирование компетенций в области использования контрольно - измерительных средств при контроле работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования (специальность - 15.02.01).

– формирование компетенций в области использования контрольно - измерительных средств при проведении контроля соответствия качества деталей требованиям технической документации (15.02. 08).

4.1. Общие положения

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, изображённый на рисунке 5, состоит из скобы 1, 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, нанесённой на стебле 6, и второй, нанесённой на конусной части барабана 7.

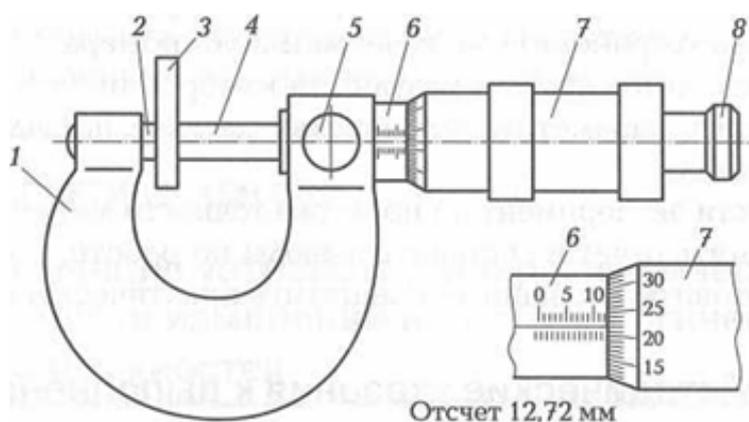


Рисунок 5 – Схема измерения гладким микрометром:

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

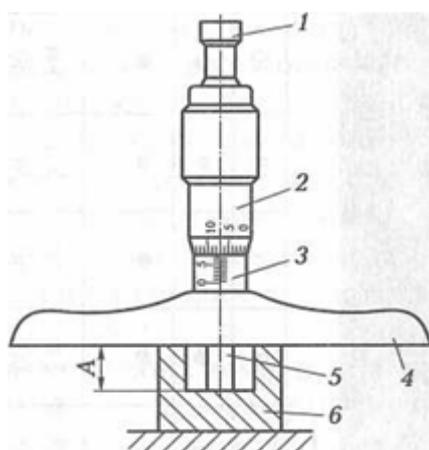


Рисунок 6 – Схема измерения

- микрометрическим глубиномером:
1 – рукоятка трещотки предельного механизма; 2 – барабан; 3 – стебель;
4 – опорная пластина; 5 – микрометрический винт; 6 – измеряемая деталь;
А – измеряемый параметр

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 отсчёта этого перемещения на стебле 6 имеется двойная шкала с ценой деления 0,5 мм. Для отсчёта 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 $l = 0,5/50 = 0,01$ мм, что и является ценой деления микрометра.

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

Микрометрический глубиномер, изображённый на рисунке 6, по принципу измерения и отсчёта показаний аналогичен микрометру. Отличие состоит лишь в отсутствии скобы и неподвижной пятки, а к стеблю 3 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.

Задания на практическую работу приведены в таблице 7.

4.2. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с заданием на практическую работу.
2. Изучить устройство микрометра и глубиномера.
3. Освоить метод отсчёта результата измерений.
4. Измерить параметры технических деталей по заданию преподавателя.
5. Провести метрологическую поверку микрометра.
6. Оформить отчёт и сделать вывод.
7. Ответить на контрольные вопросы.
8. Подготовиться к защите и защитить практическую работу.

4.3. Пример выполнения практической работы

1. Измерить наружный диаметр детали микрометром по схеме, приведённой на рисунке 5; данные занести в таблицу 7.

2. Измерить глубину отверстия в детали микрометрическим глубиномером по схеме, приведённой на рисунке 6; данные занести в таблицу 7.

3. Определить погрешность микрометра набором из двух концевых мер длины 10 и 5 мм; данные занести в таблицу 8.

Для определения погрешности микрометра выберем из набора концевых мер длины две меры, согласно заданию с размерами 20 и 30 мм. Тщательно очистим рабочие поверхности этих мер и протрём их салфеткой из стирального батиستا. Затем приложим меры одну к другой измерительными поверхностями и полностью их совместим. Соединённые меры измерим микрометром в трёх местах (по краям и по центру) и занесём результаты каждого измерения и их среднее значение в таблицу 7. Затем определим действительный размер блока КМД, используя действительный размер каждой отдельной меры по аттестату периодической поверки, и сравним его со средним арифметическим значением результата измерения.

Таблица 7 – Результаты измерений параметров технических деталей

Задание	Номер варианта											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Наружный размер детали, мм												
Глубина отверстия в детали, мм												
Набор мер для определения погрешности штангенциркуля	5+10											

Таблица 8 – Результаты измерений погрешности микрометра
(Пример заполнения таблицы)

Размер концевых мер длины, мм		Результат трёх 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

В отчёте по работе представить схемы измерения, аналогичные рисункам, и таблицу с результатами измерений. В выводах отметить величину погрешности микрометра и возможность его дальнейшего использования на производстве.

4.4. Контрольные вопросы

1. Как устроен микрометр?
2. В чём состоит принцип отсчёта результата измерения микрометром?
3. Для чего микрометр снабжён трещоткой?
4. Как устроен микрометрический нутромер?
5. Какова цена деления микрометра?
6. Как можно оценить точность работы микрометра?
7. Какие геометрические параметры деталей можно измерить микрометром?
8. Какие геометрические параметры деталей можно измерить микрометрическим глубиномером?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Метрология, стандартизация, сертификация на транспорте: учебник для студ. сред. проф. образования / [И.А. Иванов, С.В. Урушев, А.А. Воробьёв, Д.П. Кононов]. – Москва: Академия, 2009. – 336 с.: ил., табл.

2. Метрология, стандартизация, сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / [С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов, А. Д. Куранов]. – М.: Академия, 2009. – 288 с.: ил., табл.

3. Ильянков, А.И. Метрология, стандартизация, сертификация в машиностроении: практикум: учеб.пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А.И. Ильянков, Н. Ю. Марсов, Л. В. Гутюм. – Москва: Академия, 2012. – 154, [1] с.: ил., табл.

4. Маргвелашвили, Л.В. Метрология, стандартизация, сертификация на транспорте: лабораторно – практические работы: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.В. Маргвешвили. – Москва: Академия, 2011. – 204, [1] с.: ил., табл.

Нормативные документы:

1. ГОСТ 162 - 90. Штангенглубиномеры. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-01. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 8 с.: ил., табл.

2. ГОСТ 164 – 90. Штангенрейсмасы. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-01. - Москва: Стандартинформ, 2001. – 8 с.: ил., табл.

3. ГОСТ 162 - 90. Штангенциркули. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-01. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 1997. – 19 с.: ил., табл.

4. ГОСТ 6507 - 90. Микрометры. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-01. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 10 с.: ил., табл.

5. ГОСТ 7470- 92. Глубиномеры микрометрические. Технические условия [Текст]. – Введ. 1993-01-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 8 с.: ил., табл.

6. ГОСТ 9038- 90. Меры длины концевые плоскопараллельные. Технические условия [Текст]. – Введ. 1991-01-07. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 1998. – 14 с.: ил., табл.

Интернет-ресурсы:

К1 Библиотека ГОСТов и нормативных документов: список ГОСТов. – Режим доступа: <http://libgost.ru/4.php?cc=001.021.100>

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОФОРМЛЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ	3
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1	3
2.1. Общие положения.....	3
2.2. Порядок выполнения работы.....	6
2.3. Пример выполнения практической работы.....	6
2.4. Контрольные вопросы	8
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2	9
3.1. Общие положения.....	9
3.2. Порядок выполнения работы.....	11
3.3. Пример выполнения практической работы.....	12
3.4. Контрольные вопросы	13
4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3	13
4.1. Общие положения.....	14
4.2. Порядок выполнения работы.....	15
4.3. Пример выполнения практической работы.....	16
4.4. Контрольные вопросы	16
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	17

Подписано в печать 30.10.2014. Усл. печ. л. . Тираж экз.
Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ № _____

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6