

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра систем управления и информационных технологий в строительстве

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине

«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»

для студентов очного и заочного отделения, направления 27.03.02 Управление
качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и
промышленности

Часть 3

Воронеж 2021

УДК 53.083:338.4(07)
ББК 30.607я723

Составители:

канд. техн. наук И.В. Поцбнева

Методы и средства измерений, испытаний и контроля: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: И.В. Поцбнева. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. - 30 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Методы и средства измерений, испытаний и контроля» разрабатывались на основе требований ФГОС с опорой на научные принципы формирования содержания образования. Данное пособие отражает актуальные направления 27.03.02 Управление качеством профиль: Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле ПР_МиСИиК_2

Ил. 8. Табл. 2. Библиогр.: 4 назв.

УДК 53.083:338.4(07)

ББК 30.607я723

Рецензент - И. В. Фатеева, канд. экон. наук, доцент кафедры инноватики и строительной физики имени профессора И.С. Суровцева
Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

1 Лабораторная работа «Проведение измерений размеров механическими средствами»

1.1 Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является изучение методов и инструментов измерительного контроля геометрических параметров качества металлопродукции, нормативных документов на измерительные инструменты.

1.2 Основные теоретические положения

Одним из основных видов контроля при изготовлении продукции является измерительный контроль. Измерениям подвергаются размеры отдельных геометрических элементов деталей и узлов продукции, и результаты измерений сравниваются с проектными параметрами, указанными на чертеже (рисунок 1). Результаты измерительного контроля позволяют:

1) обнаружить несоответствие измеренного параметра чертежу и, следовательно, идентифицировать проконтролированную деталь как брак. При этом несоответствием полученного при измерении результата чертежу считается непопадание его в поле допуска. Полем же допуска является разница между верхним и нижним предельным отклонением от номинального размера измеряемого параметра;

2) оценить статистические характеристики процесса изготовления контролируемого параметра качества детали, и на основании этого прогнозировать возможный процент несоответствий.

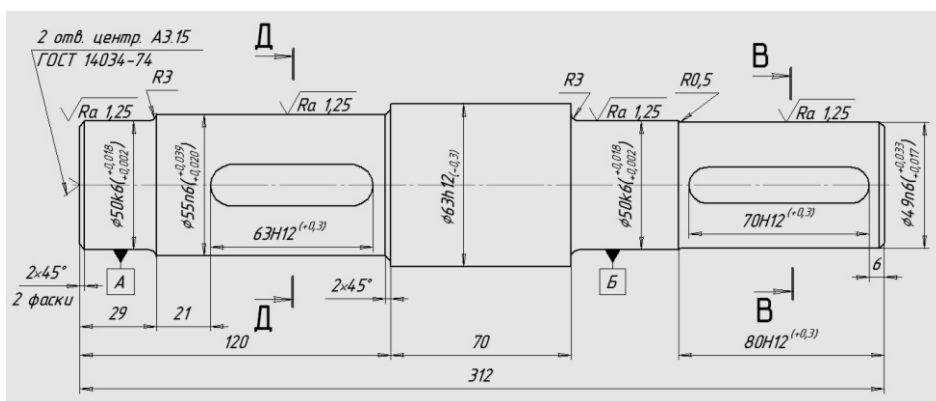


Рисунок 1 – Чертеж вала

К механическим измерительным средствам относятся микрометр и штангенциркуль.

1.2.1 Микрометр

В соответствии с ГОСТ 6507-90 «Микрометры. Технические условия» микрометры изготавливаются различных типов, например, гладкие для измерения наружных размеров изделий (МК), трубные для измерений толщины стенок труб (МТ) и т.д.

Микрометр типа МК (рисунок 2) состоит из следующих частей: скобы 1, пятки 2, стебля 5, микрометрического винта 3, барабана 6, трещотки 7 и стопора 4.

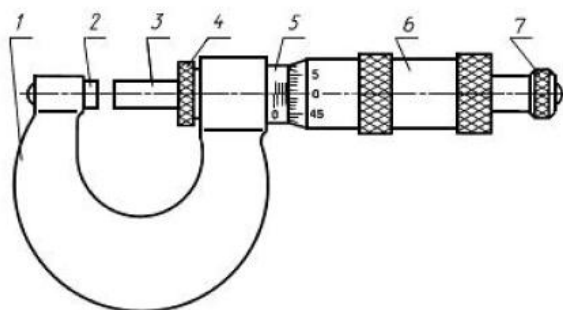


Рисунок 2 – Общий вид микрометра

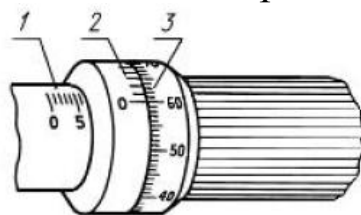
Скоба является основной частью: к ней крепятся остальные части микрометра. Пятка служит неподвижным упором при измерениях. Стебель представляет собой трубку, неподвижно соединенную со скобой. На стебле имеется шкала, которая состоит из риски, нанесенной вдоль образующей стебля, и штрихов, перпендикулярных к риску и нанесенных под ней и над ней. Штрихи под риской расположены через 1мм, над риской – точно в середине, между нижними штрихами. Следовательно, расстояние по направлению риски (образующей) между любым нижним штрихом и следующим за ним верхним штрихом равно 0,5 мм.

Конец микрометрического винта является подвижным упором. Стопор служит для зажима микрометрического винта в нужном положении.

Микрометры по ГОСТ 6507-90 изготавливают:

- с ценой деления 0,01 мм – при отсчете показаний по шкалам стебля и барабана (рисунок 2);

– со значением отсчета по нониусу 0,001 мм – при отсчете показаний по шкалам стебля и барабана с нониусом (рисунок 3).



1 - стебель; 2 - нониус; 3 - барабан

Рисунок 3 – Нониусная шкала микрометра

Барабан микрометра с ценой деления 0,01 мм (рисунок 2) представляет собой муфту, надетую на стебель, левая часть его сточена на конус. Вся коническая поверхность барабана разделена на 50 равных частей штрихами, имеющими направление образующих конуса. За один полный оборот барабана микрометрический винт, и вместе с ним барабан, продвинутся по направлению оси на 0,5 мм, т. е. на одно расстояние между соседними нижним и верхним штрихами шкалы стебля. Следовательно, при повороте барабана на одно деление скоса (на $\frac{1}{50}$ часть полного оборота) микрометрический винт, а вместе с ним и барабан продвинутся вдоль оси на $\frac{1}{50}$ часть от 0,5мм, т. е. на 0,01мм. Трещотка служит для ограничения давления микрометрического винта на измеряемую деталь.

Как пользоваться микрометром. При измерениях микрометром деталь помещают между пяткой и микрометрическим винтом. Затем поворачивают барабан с таким расчетом, чтобы микрометрический винт приблизился к детали, но не касался ее. Дальнейшее продвижение микрометрического винта осуществляется поворотом трещотки до тех пор, пока не послышится характерное потрескивание, показывающее, что микрометрический винт достаточно плотно прижат к поверхности детали. Тогда его застопоривают и читают полученное значение размера.

Отсчет размера по микрометру производится так. Определяют количество видимых под риской делений шкалы стебля и полученное число делений умножают на 1 мм. Затем смотрят, не видно ли штриха над риской правее последнего нижнего штриха. Если такой штрих виден, то это означает, что к полученному числу надо еще прибавить 0,5 мм. Далее определяют, какой штрих на коническом скосе барабана совпадает с горизонтальной линией шкалы стебля. Полученная цифра

является количеством сотых долей миллиметра, которые прибавляют к ранее полученному числу миллиметров.

Размер, соответствующий положению барабана, изображенному на рисунке 4 а), следующий:

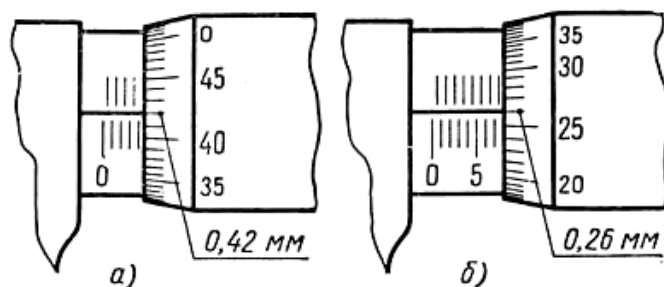


Рисунок 4 – Примеры снятия отсчетов с микрометра

- под риской расположены четыре полных деления шкалы – 4 мм,
- над риской не видно штриха правее нижнего правого штриха шкалы,
- на скосе барабана совпадает с риской штрих 42-го деления – 0,42 мм.

Сложив показания шкал, получим полный размер, равный 4,42 мм.

Размер, соответствующий положению барабана, изображенному на рисунке 21 б) следующий:

- под риской расположены семь полных делений шкалы – 7 мм,
- над риской виден штрих правее нижнего правого штриха шкалы – 0,5 мм,
- на скосе барабана совпадает с риской штрих 26-го деления – 0,26 мм.

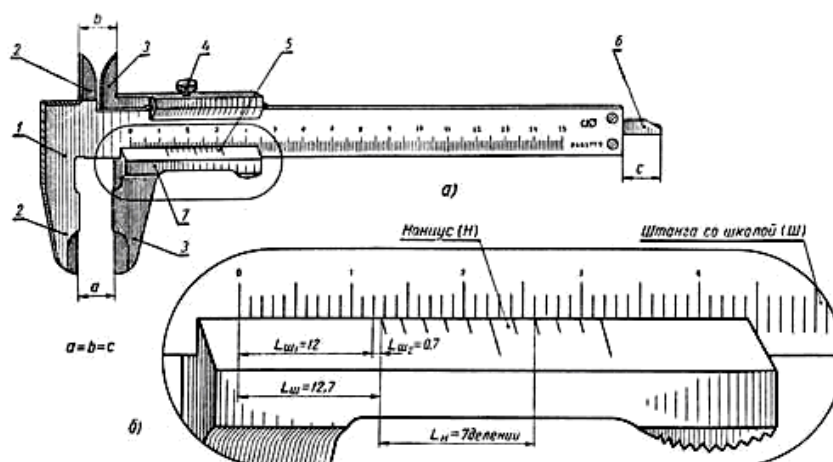
Сложив показания шкал, получим полный размер, равный 7,76 мм.

1.2.2 Штангенциркуль

Штангенциркуль является наиболее распространенным инструментом для измерения линейных размеров. Согласно ГОСТ 166-89 «Штангенциркули. Технические условия» они изготавливаются различных типов, например, двухсторонние с глубиномером, (тип I) двухсторонние (тип II) т.д. В зависимости от типа устройства, для снятия численных показаний измеряемого параметра, штангенциркули

изготавливают с отчетом по нониусу, с отчетом по круговой шкале, или с цифровым отсчетным устройством.

При помощи штангенциркуля с отчетом по нониусу, изображенного на рисунке 5 а), можно производить обмеры с точностью до 0,1 мм. Основным элементом штангенциркуля является штанга (1) (т. е. сравнительно толстая стальная линейка) со шкалой, цена деления которой равна 1мм. На левом конце штанги имеются губки (2) нижняя и верхняя. На штангу надета рамка (7), обхватывающая ее сверху, снизу и с задней стороны.левой частью рамки являются две губки (3), имеющие такую же форму, как и губки штанги.



а) общий вид, б) нониусная шкала

Рисунок 5 – Штангенциркуль

Рамка может свободно передвигаться по штанге и в любом положении может быть застопорена. Для этой цели служит зажим (4) рамки. Передние верхняя и нижняя части поверхности рамки скошены; на нижней части имеется 10 делений; цена каждого деления равна 1,9 мм. Такая шкала с делениями называется нониусом (5). С задней стороны к рамке наглухо приделана узенькая стальная линейка, называемая линейкой глубиномера (6). Для более точного обмера рабочие кромки верхних губок, так же как и нижние части рабочих кромок нижних губок, заострены. При любом положении рамки расстояния между рабочими кромками верхних и нижних губок и длина выдвинутой части линейки глубиномера всегда равны между собой, т. е. $a = b = c$.

Как пользоваться штангенциркулем. При определении размера, измеряемой штангенциркулем детали, смотрят, на каком месте шкалы

штанги приходится крайний левый (нулевой) штрих нониуса. Исходя из этого, определяют по шкале штанги, сколько миллиметров содержится в данном размере. Затем замечают, какой штрих нониуса точно совпадает со штрихом шкалы штанги. Количество делений на нониусе до совпадающего штриха соответствует количеству десятых долей миллиметра.

На рисунке 5 б) изображена в увеличенном виде часть штанги и рамки штангенциркуля. Левая (нулевая) черта нониуса находится между 12-м и 13-м штрихами шкалы штанги; следовательно, данный размер больше 12мм на величину $L_{ш2}$ но меньше 13мм. Внимательно рассмотрев то место, где штрихи нониуса касаются шкалы штанги, замечаем, что седьмой штрих нониуса совпадает с одним из штрихов шкалы штанги, т. е. размер L_n равняется семи делениям нониуса. Отсюда следует, что $L_{ш2} = 7 \times 0,1 = 0,7\text{мм}$. Это означает, что к определенному ранее размеру $L_{ш1} = 12\text{мм}$ нужно добавить $L_{ш2} = 0,7\text{мм}$. Таким образом, показанный на рисунке 5 б размер составляет $L_{ш} = 12,7\text{мм}$.

1.3 План лабораторной работы

Работа выполняется в группах по 2 человека.

Лабораторная работа производится в следующей последовательности.

1 Изучите ГОСТ 166-89 «Штангенциркули. Технические условия» и ответьте на следующие вопросы:

– На какие штангенциркули распространяется настоящий стандарт?

– Каких основных типов выпускают штангенциркули по данному стандарту?

– Из каких элементов состоит штангенциркуль типа I?

– Из каких элементов состоит штангенциркуль типа II?

– С какими способами отсчетов результатов измерения изготавливают штангенциркули по данному стандарту?

– Какие значение отсчета по нониусу, цена деления круговой шкалы и шаг дискретности цифрового отсчетного устройства штангенциркулей установлены данным стандартом?

– Что означают следующие записи:

✓ Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

- ✓ Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89.
- ✓ Штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89.
- ✓ Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89.

Какие классы точности штангенциркулей предусмотрены данным стандартом?

2 Для детали, выданной преподавателем, подобрать по ГОСТ 166-89 штангенциркули для измерения линейных размеров и диаметров.

3 Для детали из предыдущего задания (задание 2) выполните измерения длины и диаметра, размеры представьте в форме таблицы 1.
Таблица 1 – Представление данных

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр, мм										
Длина, мм										

4 Оформить отчет.

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цели;
- 3) результаты выполнения заданий;
- 4) основные выводы.

6 Представить на проверку преподавателю отчет о выполнении лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы.

1.4 Контрольные вопросы

1. Что такое микрометр, их типы по ГОСТ 6507-90, конструкция и особенности использования для измерений?

2. Особенности выбора микрометров для измерений по ГОСТ 6507-90?

3. Что такое штангенциркуль, их типы по ГОСТ 166-89, конструкция и особенности использования для измерений?

4. Особенности выбора штангенциркуля для измерений по ГОСТ 166-89?

2 Лабораторная работа «Измерение длины оптико-механическими средствами»

2.1 Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является изучение методов измерения и принципов действия средств измерения и их конструктивных схем.

2.2 Основные теоретические положения

Для контроля линейных и угловых величин применяются оптиметры, оптические длинномеры, измерительные микроскопы, катетометры, делительные головки и столы, интерферометры.

Оптиметры работают по принципу оптического рычага. При перемещении измерительного наконечника изображение шкалы с ценой деления 1 мкм, наблюдаемое в окуляр, смещается относительно неподвижного индекса. В оптических длиномерах для повышения точности отсчета применяется окулярный спиральный микрометр.

Измерительные микроскопы предназначены для измерения в прямоугольных и полярных координатах линейных и угловых размеров резьбовых изделий, режущего инструмента, профильных шаблонов и других изделий, а также расстояний между осями отверстий и т. п. В большинстве микроскопов используется проекционный метод измерения (в проходящем и отраженном свете), метод осевого сечения (с помощью измерительных ножей) или контактный способ. Измеряемая деталь может базироваться в центрах или на стекле стола. Цена деления шкал микроскопов: отсчетной системы измерения длины — от 0,005 до 0,001 мм, угломерной головки - 1', нониуса круглого стола - от 30" до 5'.

Катетометры применяются для измерения линейных размеров изделий, не доступных для непосредственного измерения. Визирная труба последовательно наводится на начало и конец измеряемого отрезка. Перемещение трубы, определяемое на шкале с помощью нониуса или микроскопа, равно длине измеряемого отрезка. Для измерения центральных углов и длины в полярных координатах

применяются оптические делительные головки. Цена деления у них от 2" до 1'. Измеряемые объекты крепятся в шпинделе головки или в центрах. Для тех же целей, что и делительные головки, применяют оптические делительные столы. Цена деления отсчетной шкалы у делительных столов от 1' до 20". Роль фиксатора при измерениях углов выполняют индикаторы часового типа, измерительные головки или автоколлиматоры.

Из всех источников излучения оптического диапазона газовые лазеры характеризуются наибольшей степенью когерентности и монохроматичности генерируемого ими излучения. Кроме того, газовые лазеры могут длительное время работать при комнатной температуре без специальных устройств охлаждения, мало чувствительны к изменению температуры окружающей среды, а излучаемый ими луч имеет малый угол расходимости (от 20" до 3').

Лазерный интерферометр, предназначенный для измерения длины и линейных перемещений, показан на рисунке 6. Излучение одночастотного лазера 8 через коллиматор 9 идет на светоделительный кубик 10, который направляет часть излучения на подвижное зеркало, связанное с объектом измерения 1, а другую часть – на неподвижное зеркало 11. Отраженные от этих зеркал составляющие излучения интерферируют на разделительной плоскости кубика 2 и через регулируемые щелевые диафрагмы 7 и 3 направляются на фотоприемники 4 и 6. Задачей фотоприемников является преобразование колебаний интенсивности освещенности, воспринимаемых в виде интерференционных полос, в соответствующее изменение электрического сигнала на их выходе, которое фиксируется отсчетным устройством 5. Отсчетное устройство обеспечивает усиление и формирование электрических сигналов обоих каналов, сдвинутых по фазе на $\pi/2$, их аналого-дискретное преобразование на фоточувствительной логической схеме и выдачу на реверсивный счетчик сигналов на вычитание или сложение в зависимости от соотношения фаз обоих каналов. Оптическая схема интерферометра обеспечивает цикл изменения освещенности фотоприемника при изменении оптической длины плеча на половину длины волны излучения. Для измерения относительно больших перемещений применяют интерферометры с угловыми отражателями. При этом обеспечивается параллельность падающего и отраженного лучей света и стабилизируется пространственный сдвиг фаз. Наклон угловых отражательных призм до 4° не вносит существенных ошибок в

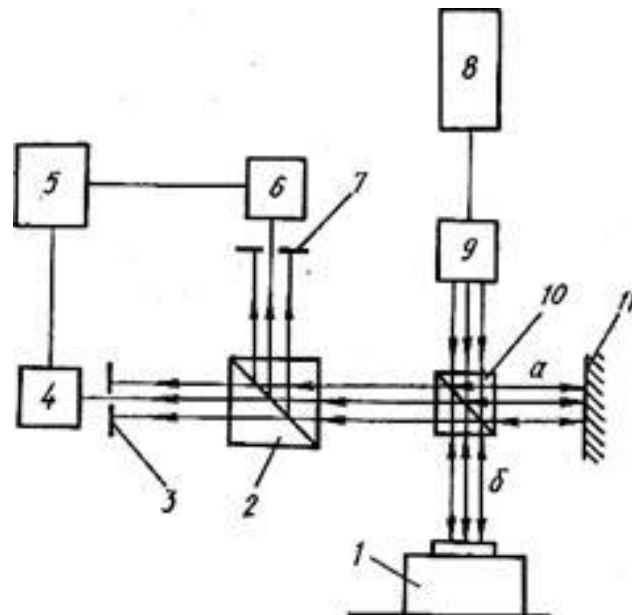


Рисунок 6 – Схема лазерного интерферометра

результаты измерений. Дрейф характеристик фотоприемников, нулей постоянного тока и порогов срабатывания формирующих устройств, а также изменение уровня мощности излучения обуславливают снижение надежности и стабильности одночастотных интерферометров. Двухчастотные лазерные интерферометры в отличие от одночастотных после включения обладают практически мгновенной готовностью к работе. Для них не требуется усиления выходного сигнала фотоприемника усилителем постоянного тока, так как постоянная составляющая выходного сигнала фотоприемника не влияет на работу прибора. Оптико-электронное измерительное устройство может быть бесконтактным лишь в том случае, если поверхность измеряемой детали включена в оптическую систему как один из его элементов. В таком случае исключается или ограничивается возможность применения интерференционных методов, поскольку шероховатость поверхности детали обуславливает значительное искажение интерференционного поля и во многих случаях невозможность его образования. Этим недостатком не обладает устройство, где используется геометрическое кодирование измерительной информации (рисунок 7). Конструктивно оно выполнено в виде двух отдельных блоков: оптико-электронного преобразователя и цифрового блока. В оптико-электронном преобразователе использован линейный формирователь видеосигналов (ЛФВС) типа А-1034, имеющий 1024 светочувствительных элемента размером 15x15 мкм.

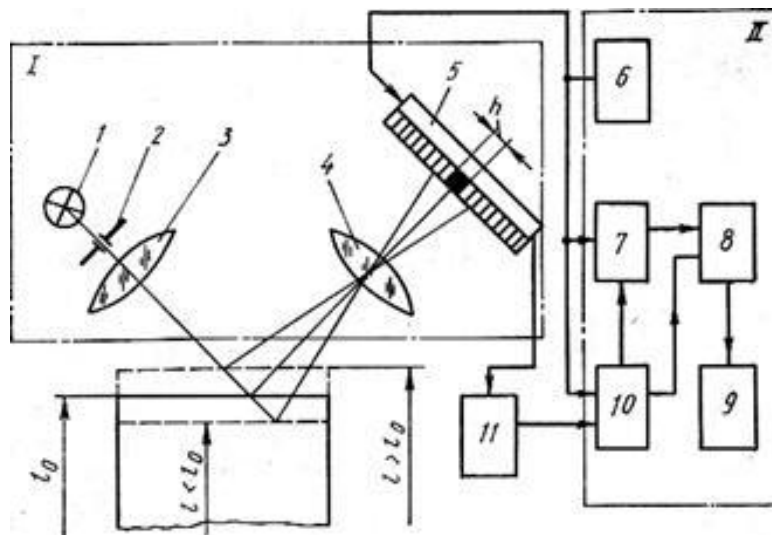


Рисунок 7 – Оптико-электронное устройство для измерения линейных размеров

Устройство работает следующим образом. Осветитель 1 с помощью щелевой диафрагмы 2 и проецирующего объектива 3 создает на поверхности измеряемой детали световой штрих. Изображение этого штриха через приемный объектив 4 попадает на светочувствительную поверхность ЛФВС 5, в котором происходит преобразование светового потока в электрический сигнал.

При измерении размера детали, большего или меньшего номинального, световой штрих будет отклоняться в ту или другую сторону от нулевого положения, засвечивая светочувствительные элементы с меньшими или большими порядковыми номерами. В блоке 10 происходит определение положения середины светового штриха на ЛФВС. Блок усреднения 7 позволяет получать средние значения размера по результатам нескольких измерений (до десяти). В блоке 8 вычисляется фактический размер.

При измерении размера детали, большего или меньшего номинального, световой штрих будет отклоняться в ту или другую сторону от нулевого положения, засвечивая светочувствительные элементы с меньшими или большими порядковыми номерами. В блоке 10 происходит определение положения середины светового штриха на ЛФВС. Блок усреднения 7 позволяет получать средние значения размера по результатам нескольких измерений (до десяти). В блоке 8 вычисляется фактический размер детали, который затем в цифровой форме индицируется в блоке индикации 9. Работой прибора управляет тактовый блок управления 6, который обеспечивает наложение электрических зарядов на светочувствительных элементах в

зависимости от энергии падающего на них светового потока и их отвод на приемный блок.

Если высота микронеровностей поверхности детали Rz составляет от 40 до 0,1 мкм, то прибор обеспечивает линейную зависимость между сигналами на входе и выходе в пределах 4 мм, погрешность измерения 0,01 мм и время измерения не более 0,1 с.

Портативный лазерный дальномер (рисунок 8) предназначен для измерения расстояний, площадей и объемов. Отличается стабильностью, надежностью и простотой работы, позволяет проводить широкий спектр измерительных работ без посторонней помощи. Подходит для высокоточного измерения расстояний в различных сферах жизнедеятельности.



а



б

а – вид спереди; б – вид сверху (лазер)

Рисунок 8 – Дальномер лазерный LRE110-50m

Лазерный дальномер LRE110-50m - это быстрое и удобное решение по измерению расстояния, площади и объёма для специалистов и для обычных пользователей, желающих самостоятельно выполнить ремонт или перепланировку.

Функции: единичное измерение; непрерывное измерение (Площадь/Объем/Функции Пифагора), индикатор звука; очистка данных; код (сообщения) об ошибке; индикатор батареи.

Характеристика устройства:

- диапазон измерения: 50м;
- точность измерения (стандартное отклонение): ± 2 мм;

- единицы измерения: м, фут, дюйм;
- единицы измерения площади: м², фут²;
- единицы измерения объёма: м³, фут³;
- тип лазера: 620 ~ 690 нм;
- класс лазера: II;
- время измерения: 0,25 с;
- время автоматического отключения лазера: 30 с;
- автоматическое отключение прибора: 180 с;
- рабочая температура: от 0°С до + 40°С / от 0°F до + 104 °F;
- температура хранения: От -20°С до + 65 °С / От -4 °F до + 149 °F.

2.3 План лабораторной работы

Работа выполняется в группах по 2 человека.

Лабораторная работа производится в следующей последовательности.

1 Изучите Инструкцию по эксплуатации прибора «Дальномер лазерный ударопрочный LRE110-50m».

2 Выполните измерения длины с использованием прибора «Дальномер лазерный ударопрочный LRE110-50m» результаты, размеры представьте в форме таблицы 2.

Таблица 2 – Представление данных

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина, м										

4 Оформите отчет.

Содержание отчета:

- 1) название работы;
- 2) цели;
- 3) указание на метод измерения и принцип действия средства измерения;
- 4) спецификацию составных частей средства измерения;
- 5) эскизы, поясняющие принцип действия, а также принципы регулировки и настройки средства измерения при подготовке прибора к работе и при выполнении работы;
- 6) структурную схему устройства;
- 7) технические характеристики (диапазон показаний, диапазон измерений, цена деления, погрешности измерений);

8) результаты измерений;

9) основные выводы.

5 Представьте на проверку преподавателю отчет о выполнении лабораторной работы. Ответить на контрольные вопросы.

2.4 Правила техники безопасности при работе с дальномером лазерным

1) Перед началом работы с дальномером лазерным внимательно изучить инструкцию по эксплуатации.

2) Не смотреть в лазерный луч и не направлять его без надобности на других людей.

3) Защита глаз обычно осуществляется путем отведения их в сторону или закрытием век.

2.5 Контрольные вопросы

1) Какие приборы применяются для контроля линейных и угловых величин?

2) Поясните устройство и принцип работы оптиметра.

3) Покажите достоинства и недостатки оптико-механических устройств для измерения длины.

4) Принцип работы дальномера лазерного LRE110-50m.

5) Устройство и порядок проведения измерений длины с помощью дальномера лазерного LRE110-50m.

6) Достоинства и недостатки дальномера лазерного.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калиниченко, Н. П. Формы и методы контроля качества металлов и сварных конструкций: атлас фотографий дефектов опасных производственных объектов: учебное пособие для СПО / Н. П. Калиниченко, А. Н. Калиниченко. — Саратов: Профобразование, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-4488-0035-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83120.html>
2. Зацепин, А. Ф. Современные компьютерные дефектоскопы для ультразвуковых исследований и неразрушающего контроля: учебнометодическое пособие / А. Ф. Зацепин, Д. Ю. Бирюков. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 120 с. — ISBN 978-5-7996-1939-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/68295.html>
3. Неразрушающий контроль. В 2 частях. Ч.2. Неразрушающий контроль в управлении качеством с применением мехатронных систем : учебное пособие / К. П. Латышенко, А. А. Чуриков, С. В. Пономарев [и др.]. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-1679-9. — Текст: электронный // Электроннобиблиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/85965.html>
4. Секацкий, В. С. Методы и средства измерений и контроля: учебное пособие / В. С. Секацкий, Ю. А. Пикалов, Н. В. Мерзликина. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2017. — 316 с. — ISBN 978-5-7638-3612-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84241.html>

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Методы и средства измерений, испытаний и контроля»
для студентов направления 27.03.02 Управление качеством профиль:
Энергетический менеджмент в строительстве и промышленности

Составители:

Поцбнева Ирина Валерьевна

В авторской редакции

Подписано к изданию 03.06. 2021.

Объем данных

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026 Воронеж, Московский проспект 14