

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов 3 курса дневного и заочного отделений
специальностей 190601, 110301, 151001



Тамбов
Издательство ГОУ ВПО ТГТУ
2010

УДК 006.9:531.716(076)
ББК 5-7я73-5
Ч456

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Рецензент
Доктор технический наук, профессор,
заведующий кафедрой «Прикладная механика и сопротивление материалов»
В.Ф. Першин

Составители:
В.М. Червяков, Н.Ф. Майникова, А.О. Пилягина

Ч456 Метрология, стандартизация и сертификация : метод. указания /
сост. : В.М. Червяков, Н.Ф. Майникова, А.О. Пилягина. – Тамбов :
Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с. – 100 экз.

Даны лабораторные работы по метрологии и взаимозаменяемости,
методические указания по их выполнению, вопросы для самопроверки,
список литературы.

Предназначены для студентов 3 курса дневного и заочного отделений
специальностей 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 110301
«Механизация сельского хозяйства», 151001 «Технология машиностроения».

УДК 006.9:531.716(076)
ББК 5-7я73-5

© Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический
университет» (ГОУ ВПО ТГТУ), 2010

Учебное издание

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания

Составители:

ЧЕРВЯКОВ Виктор Михайлович,
МАЙНИКОВА Нина Филипповна,
ПИЛЯГИНА Анна Олеговна

Редактор Л.В. Комбарова

Инженер по компьютерному макетированию И.В. Евсеева

Подписано в печать 01.06.2010

Формат 60 × 84 /16. 1,86 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 319

Издательско-полиграфический центр ГОУ ВПО ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВЕДЕНИЕ

Технический прогресс, совершенствование технологических процессов, производство точных, надёжных и долговечных машин и приборов, повышение качества продукции, обеспечение взаимозаменяемости и кооперирования производства невозможны без развития метрологии и постоянного совершенствования техники измерений.

Метрология – наука об измерениях физических величин, методах и средствах обеспечения их единства. Основные проблемы метрологии: развитие общей теории измерений; установление единиц физических величин и их системы; разработка методов и средств измерений, а также методов определения точности измерений; обеспечение единства измерений, единообразия средств и требуемой точности измерения; установление эталонов и образцовых средств измерений; разработка методов передачи размеров единиц от эталонов или образцовых средств измерений рабочим средствам измерений и др.

Измерения производят как с целью установления действительных размеров изделий и соответствия их требованиям чертежа, так и для проверки точности технологической системы и подналадки её для предупреждения появления брака.

Различают прямые и косвенные методы измерения. При *прямых измерениях* значение измеряемой величины находят непосредственно из опытных данных. Большинство измерительных средств основано на прямых измерениях, например измерение температуры термометром, диаметра вала штангенциркулем, толщиной тонкой фольги на оптиметре в диапазоне показаний шкалы и т.п. При *косвенных измерениях* искомое значение величины находят вычислением по известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, например измерение среднего диаметра резьбы методом трёх проволок.

Лабораторная работа 1

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПРОСТЕЙШИМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Цель работы: овладеть практическими навыками работы с простейшими измерительными средствами. Ознакомиться с методикой оценки годности деталей.

Приборы и принадлежности: штангенциркуль, штангенглубиномер, микрометр, ГОСТ 25347–82, детали для измерения, чертежи деталей для измерения.

Основные метрологические показатели средств измерения

Цена деления шкалы – разность значения величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

Диапазон измерения – область значения измеряемой величины, в пределах которой нормированы допустимые погрешности средства измерения.

Предел измерений – наибольшее и наименьшее значение диапазона измерения.

Измерительное усилие – сила воздействия измерительного наконечника на измеряемую деталь в зоне контакта.

Погрешность измерения – разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.

ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Наименование инструмента	Пределы измерения, мм	Тип инструмента	Цена деления, мм	Допускаемая погрешность показаний при отсчёте по нониусу, мм
Штангенциркули	0 ... 125	ШЦ-1	0,1	±0,1
	0 ... 150	ШЦ-2	0,1	±0,1
	0 ... 200		0,1	±0,1
	0 ... 320		0,05	±0,05
	0 ... 320		0,1	±0,1
	0 ... 160	ШЦ-3	0,1	±0,1
Штангенглубиномеры	0 ... 520	ШГ-200	0,05	±0,05
	0 ... 320	ШГ-320	0,05	±0,05
Штангенрейсмасы	0 ... 250	ШП-250	0,05	±0,05

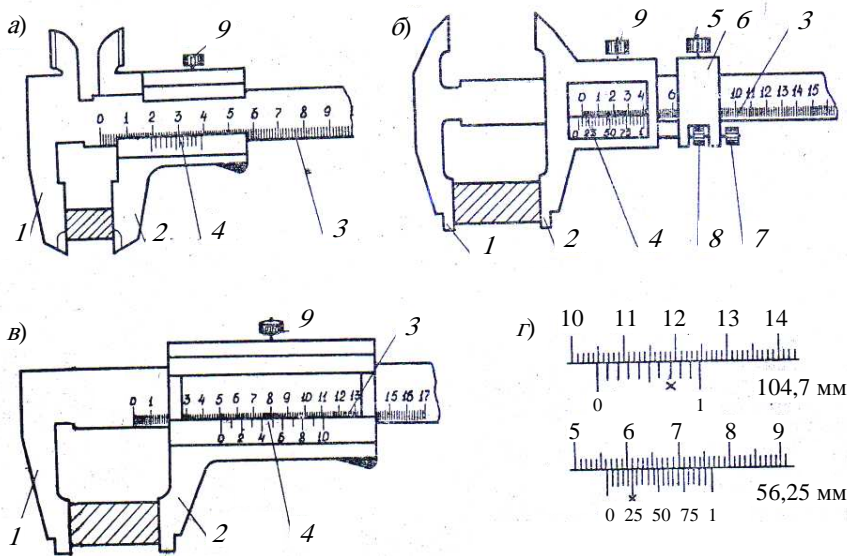


Рис. 1

Устройство и измерения штангенциркулем и штангенглубиномером

Штангенциркули широко используются для измерения наружных и внутренних линейных размеров, а также для разметки заготовок. На рис. 1, а, б, в показаны различные типы штангенциркулей.

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 1, а) имеет двухстороннее расположение измерительных губок 1 и 2. Верхняя пара служит для измерения внутренних размеров, нижняя – наружных. При измерении как внутренних, так и наружных размеров отсчёт ведётся от нуля.

Штангенциркуль типа ШЦ-2 (рис. 1, б) также имеет двухстороннее расположение измерительных губок 1 и 2. Нижние используются для измерения, а верхние служат как для измерения наружных размеров, так и для разметки.

Штангенциркуль типа ШЦ-3 (рис. 1, в) имеет одностороннее расположение измерительных губок 1 и 2, используемые для измерения наружных и внутренних размеров.

При измерении внутренних размеров с помощью штангенциркулей (тип ШЦ-2 и ШЦ-3) к отсчёту по шкале с нониусом следует прибавлять суммарную толщину губок, указанную на них.

Штангенциркули состоят из штанги 1 с одной или двумя неподвижными губками, подвижной рамки 2, также имеющей одну или две губки. На штанге нанесена миллиметровая шкала 3. Отсчётным устройством в штангенинструментах является линейный нониус 4. Это приспособление, используемое для определения дробных долей интервала делений основной шкалы, крепится на подвижной рамке 2. Штангенциркуль ШЦ-2 имеет устройство для микрометрической подачи рамки, состоящее из зажимного винта 5, хомутика 6, гайки 8 и винта подачи 7. После закрепления хомутика 6 зажимным винтом 5 при отstopореном винте 9, гайкой 8 производится плавное перемещение рамки. После окончательной установки инструмента рамка 2 стопорится при помощи винта 9.

Отсчёт начинают с определения целого числа миллиметров, заключённого между нулевыми делениями штанги и нониуса. Дробная доля миллиметра фиксируется по порядковому номеру штриха шкалы нониуса, наиболее точно совпадающему со штрихом основной шкалы. На рис. 1, г приведён пример отсчёта показаний.

Штангенглубиномер (рис. 2) служит для измерения расстояний между двумя плоскостями, глубин пазов, глухих отверстий, длин и высот ступенчатых деталей. Измерительные плоскости обозначены буквами А и Б. Порядок измерения размеров деталей с помощью глубиномера аналогичен порядку измерения штангенциркулем. Для проверки нулевого положения штангенглубиномера необходимо, чтобы при соприкосновении измерительных поверхностей основания Б и штанги А с плитой или лекальной линейкой нулевые штрихи нониуса 4 и штанги 3 совпадали.

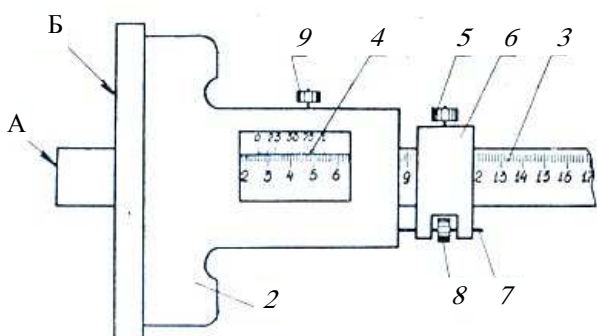


Рис. 2

МИКРОМЕТРЫ

Метрологические характеристики микроинструментов

Наименование инструмента	Тип	Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Допускаемая погрешность, мкм
Микрометр гладкий	МК	0 ... 25	0,01	±4
		25 ... 50	0,01	±4
		50 ... 75	0,01	±4

Устройство и измерение микрометром

К основным микрометрическим инструментам относятся микрометры (рис. 3), микрометрические глубиномеры и нутромеры. Все микрометрические инструменты имеют два отсчётных устройства. Первое состоит из шкалы с ценой деления 0,5 мм, нанесённой на стебле 1 (рис. 3), и указателя, которым является торец барабана 2. Второе состоит из шкалы деления 0,01 мм, нанесённой на конусной поверхности барабана 2, и указателя в виде продольного штриха, нанесённого на стебле 1. Шаг микрометра – 0,5 мм, следовательно, одному обороту микровинта и жёстко скреплённого с ним барабана соответствует линейное перемещение торца барабана на одно деление равное 0,5 мм.

Шкала, нанесённая на конусной поверхности барабана, имеет число делений равное 50, следовательно, поворот барабана с микровинтом на одно деление относительно продольного штриха на стебле 1 будет составлять 0,01 мм.

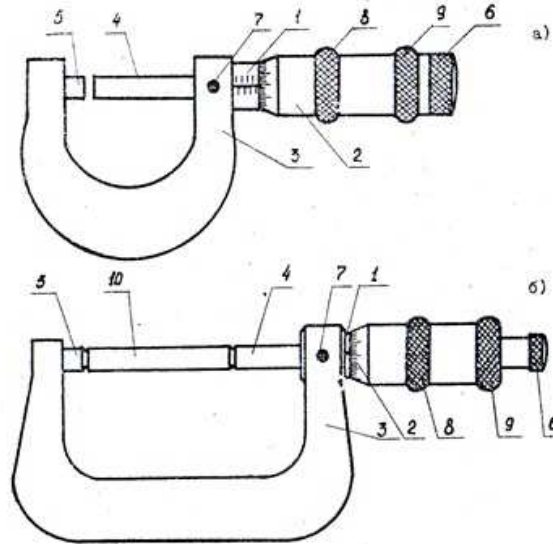


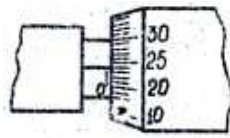
Рис. 3

Для определения размера измеряемой детали показания обоих отсчётных устройств суммируются.

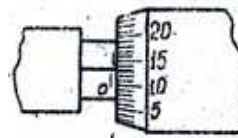
Измерению размера с помощью микрометра предшествует операция проверки нулевого отсчёта (для микрометра с пределами измерения 0 ... 25 мм) и отсчёта 25 мм (для микрометра с пределами измерения 25 ... 50 мм). С этой целью вращают микрометрический винт правой рукой за трещотку 6 (рис. 3) до соприкосновения измерительных торцов микровинта 4 и пятки 5. При проверке микрометров с пределами измерения 25 ... 50 мм, 50 ... 75 мм и т.д. измерительные торцы приводят в соприкосновение с плоскопараллельной мерой длины, равной нижнему пределу измерения, либо цилиндрической установочной мерой 10 (рис. 3, б).

После выполнения этой операции скошенный край барабана 2 должен быть установлен так, чтобы штрих (0,25 и 50) начального деления шкалы с ценой 0,5 мм был полностью виден, а нулевое деление шкалы барабана 2 остановилось против продольного штриха на стебле 1. При невыполнении этого условия необходимо измерить положение барабана 2 относительно микровинта 4, для чего закрепляют стопорным устройством 7 микровинт и, выдерживая левой рукой корпус барабана за выступ 8, вращают правой рукой гайку 9, разъединяя таким образом корпус барабана с микровинтом. Поворачивая барабан восстанавливают нулевое положение и закрепляют гайку 9. Отжав стопорное устройство, настройку следует проверить. После установки инструмента на нуль вращением микровинта зажимают деталь между измерительными поверхностями пятки 5 и микровинта 4.

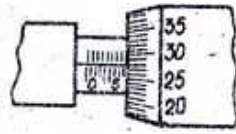
Для того, чтобы измерительная сила не превосходила допускаемую (5 ... 9) Н, микровинт необходимо вращать только при помощи трещотки 6. При контроле партии деталей микрометр можно установить на определённый размер с помощью стопорного винта 7. С целью уточнения размера тысячные доли миллиметра можно зафиксировать «на глаз». Примеры отсчёта показаны на рис. 4.



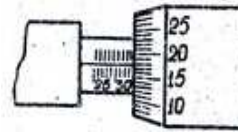
0,24 мм



$0,5 \text{ мм} + 0,13 \text{ мм} = 0,63 \text{ мм}$



$6 \text{ мм} + 0,28 \text{ мм} = 8,28 \text{ мм}$



$33 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм} + 0,18 \text{ мм} = 33,68 \text{ мм}$

Рис. 4
ИНДИКАТОРЫ ЧАСОВОГО ТИПА

Метрологические характеристики индикаторов часового типа

Наименование инструмента	Тип инструмента	Пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Допускаемая погрешность показаний всего предела измерений, мм
Индикатор часового типа	ИЧ-1	0 ... 2	0,01	0,012
	ИЧ-1	0 ... 5	0,01	0,018
	ИЧ-1	0 ... 10	0,01	0,022
	ИТ	0 ... 3	0,01	0,015

Устройство и измерение индикатором часового типа

Индикатор часового типа относится к группе рычажно-механических приборов. Он применяется как для измерения размеров, так и для проверки правильности формы и взаимного расположения поверхностей и осей деталей.

Общий вид индикатора с ценой деления 0,01 мм показан на рис. 5. В индикаторах этого типа перемещение измерительного стержня 1 вызывает перемещение большой стрелки 2 по шкале 3 и перемещение малой стрелки по шкале 4. Шкала 4 является указателем поворотов, т.е. по ней отсчитывается целое число оборотов большой стрелки 2. В индикаторе с ценой деления 0,01 мм поступательному перемещению измерительного стержня 1 на 0,01 мм соответствует перемещение большой стрелки 2 на одно деление шкалы 3.

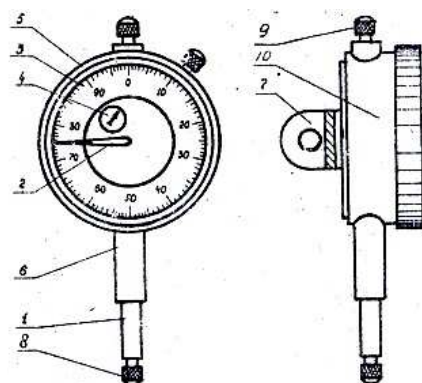


Рис. 5

Шкала индикатора имеет 100 делений, следовательно, полный оборот стрелки соответствует перемещению измерительного стержня на 1 мм. Указанная шкала вместе с ободком 5 может поворачиваться относительно корпуса прибора так, что против большой стрелки прибора можно установить любой штрих шкалы. Это используется при установке прибора в нулевое положение, когда против большой стрелки прибора устанавливается нулевой штрих.

Для работы индикатор укрепляют за гильзу 6 или ушко 7 в различных стойках или штативах. Измерительный наконечник 8 ввинчивают в торец измерительного стержня, который может быть поднят рукой за головку 9.

В лабораторной работе индикатор часового типа используется для измерения радиального биения цилиндрической детали. Радиальное биение – разность наибольшего и наименьшего расстояний от точек реальной поверхности до базовой оси вращения в сечении, перпендикулярном к этой оси. Схема измерения биения показана на рис. 6.

Деталь закрепляют в центрах прибора, а измерительный наконечник к 8 (рис. 5) индикатора, установленного в штативе, приводят в соприкосновение с контролируемой поверхностью. При этом индикатор следует подвести таким образом, чтобы его большая стрелка сделала 1–2 оборота (создаётся «натяг»). Это необходимо для того, чтобы в процессе измерения индикатор мог указать отклонение в обе стороны от первоначального отсчёта. Используемый прибор обеспечивает расположение наконечника индикатора в диаметральной плоскости детали. Медленно вращая деталь в центрах прибора, фиксируют наибольшее и наименьшее показания индикатора за полный оборот детали. Разность показаний – радиальное биение. Измерение произвести в трёх диаметральных сечениях детали.

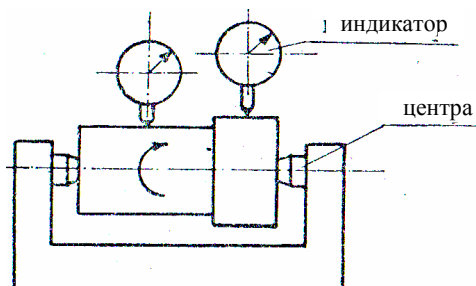


Рис. 6
ПОДГОТОВКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ К РАБОТЕ

Все инструменты, используемые в данной работе, перед эксплуатацией подлежат проверке, которая состоит из следующих основных операций:

1. Инструменты протереть салфеткой, их измерительные поверхности – спиртом, затем насухо обтереть мягкой чистой салфеткой.

2. Проверить техническое состояние инструментов путём осмотра внешнего вида. На рабочих и измерительных поверхностях не должно быть забоин, царапин, вмятин и других дефектов, ухудшающий внешний вид или влияющих на эксплуатационные качества инструментов. Штрихи и цифры шкал должны быть отчётливы и ровны.

3. Проверить взаимодействие инструментов путём опробования надёжности крепления стопорными винтами, плавность перемещения подвижных частей, плавность перемещения измерительного стержня и стрелки (указателя) относительно шкалы.

4. Проверить нулевое положение инструментов с помощью лаборанта:

а) при отсутствии просвета между губками штангенциркуля для наружных измерений или при небольшом просвете (до 0,15 мм) должны совпадать нулевые штрихи нониуса и штанги;

б) при соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги, нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать;

в) при соприкосновении измерительных поверхностей микрометра с измерительными поверхностями установочной меры или непосредственно между собой (в пределах измерения 0 ... 25 мм) нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля, а скос барабана должен открывать нулевой штрих стебля.

В случае неправильного нулевого положения инструментов с помощью лаборанта или преподавателя надо произвести установку их на нуль.

ВЫБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Измерительные средства обычно выбирают из нескольких возможных вариантов, отличающихся стоимостью, производительностью и точностью измерительных средств. Из всех возможных вариантов наиболее целесообразным является тот, который обеспечивает наименьшую стоимость измерительных средств, их ресурс, стоимость их ремонта и эксплуатации, расходы на заработанную плату контролёра и потери из-за погрешностей измерения.

При выборе средств и методов измерения линейных размеров от 1 до 500 мм, в котором участвуют конструкторы, технологи и метрологи, ГОСТ 8.051–73 устанавливает допускаемые погрешности измерения ($\Delta_{изм}$) в зависимости от допуска на изготовление изделия ($T_{изд}$) и номинального измеряемого размера.

Конструктор устанавливает допуск на изготовленные детали по соответствующему стандарту, руководствуясь условиями работы детали, учитывая при этом для неё погрешность измерения (табл. 1). Технолог осуществляет выбор конкретных измерительных средств на стадии подготовки производства, руководствуясь допустимой погрешностью и погрешностями применяемых на заводе измерительных средств (табл. 2). Метролог участвует в выборе измерительных средств вместе с технологом, разрабатывая заводские инструкции для технологов по выбору измерительных средств и рекомендации по оснащению завода измерительными средствами.

В допускаемые погрешности измерений включены погрешности средств измерения, установочных мер, температурных деформаций базирования и т.д.

**1. Пределы допускаемых погрешностей измерений ($\Delta_{\text{изм, мкм}}$)
для допусков (T) по ГОСТ размеров (6 ... 120 мм)**

Квалитет	Номинальные размеры, мм						
		6 ... 10	10 ... 18	18 ... 30	30 ... 50	50 ... 80	80 ... 120
IT5	T	6	8	9	11	13	15
	$\Delta_{\text{изм}}$	2	2,5	3	4	4,5	5
IT6	T	9	11	13	16	19	22
	$\Delta_{\text{изм}}$	2,5	3	4	4,5	5,5	6
IT7	T	15	18	21	25	30	35
	$\Delta_{\text{изм}}$	4,5	5,5	6	7	9	10
IT8	T	22	27	33	39	46	54
	$\Delta_{\text{изм}}$	5,5	7	8	10	12	13
IT9	T	36	43	52	62	74	87
	$\Delta_{\text{изм}}$	9	10	13	15	18	20
IT10	T	58	70	84	100	120	140
	$\Delta_{\text{изм}}$	12	14	15	20	20	45
IT11	T	90	110	130	160	190	220
	$\Delta_{\text{изм}}$	18	20	25	30	40	40
IT12	T	150	180	210	250	300	350
	$\Delta_{\text{изм}}$	30	35	40	50	60	70
IT13	T	220	270	330	390	460	540
	$\Delta_{\text{изм}}$	40	50	70	80	90	110
IT14	T	300	430	520	620	740	870
	$\Delta_{\text{изм}}$	72	80	100	120	150	170

2. Предельные погрешности измерений

Наименование измерительных средств	Тип инструмента или прибора	Используемые пределы измерения, мм	Цена деления, мм	Предельные погрешности в мкм для интервалов размеров, мм				
				1 ... 0	10 ... 30	30 ... 50	50 ... 80	80 ... 100
Штангенциркуль	ШЦ-1	0 ... 125	0,1	150	150	150	160	170
	ШЦ-2	0 ... 200	0,1	150	150	150	160	170
	ШЦ-2	0 ... 320	0,1	150	150	150	160	170
	ШЦ-2	0 ... 200	0,05	80	80	80	90	100
	ШЦ-2	0 ... 320	0,05	80	80	80	90	100
Штангенглубиномер	ШГ-200	0 ... 200	0,05	80	80	80	90	100
	ШГ-320	0 ... 320	0,05	80	80	80	90	100
Микрометр гладкий	МК	0 ... 25	0,01	5,5	5,5	7,5	9,5	14
		25 ... 50	0,01	5,5	5,5	7,5	9,5	14
		50 ... 75	0,01	5,5	5,5	7,5	9,5	14
Индикатор	ИЧ-1	0 ... 10	0,01	16	16	16	16	17
	ИТ	0 ... 3	0,01	11	11	11	12	13

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По заданному чертежу детали вычертить эскиз и проставить на нём размеры с условными буквенными обозначениями полей допусков и размеры углов с предельными отклонениями.
2. Пользуясь таблицами ГОСТ 25347–82, построить схемы расположения полей допусков размеров детали, проставив предельные отклонения (в мкм) с соответствующими им знаками.
3. Используя схемы полей допусков, проставить на эскизе детали исполнительные размеры в соответствии с правилами ЕСКД (ГОСТ 2.307–68).
4. Подсчитать предельные размеры и допуск каждого параметра.
5. Используя табл. 1 и табл. 2 с учётом допуска на изготовление параметра, произвести выбор необходимых измерительных средств.
6. Ознакомиться с устройством и методами измерения простейшими измерительными средствами, представленными в настоящих рекомендациях.

7. Подготовить измерительные инструменты к работе.
8. Произвести измерение контролируемых параметров деталей. Результаты занести в таблицу.
9. Выполнить измерение величины радиального биения образца. Результаты занести в таблицу.
10. Сравнить действительные значения измерительных параметров с предельными и сделать вывод о годности или виде брака (исправимый – неисправимый).

ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Полученные результаты проверяются преподавателем или лаборантом, о чём делается соответствующая отметка в отчёте.

В ходе защиты проверяются знания студента курса «Метрология, стандартизация и сертификация» раздел «Метрология».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные показатели относятся к метрологическим характеристикам измерительных средств?
2. Что называется ценой деления шкалы? Укажите цену деления шкалы используемых Вами измерительных средств.
3. Что называется пределом измерения? Укажите диапазон измерения применяемых измерительных средств.
4. Что называется точностью отсчёта? Приведите пример.
5. Что называется погрешностью показания измерительного средства? Приведите пример.
6. Какие измерительные средства относятся к простейшим? Перечислите.
7. Назовите типы штангенинструментов. Какие особенности характеризуют различные штангенинструменты?
8. Какие типы микрометров Вам известны? В чём отличие их друг от друга и назначение?
9. Укажите назначение индикатора. Какие типы индикаторов Вам известны?
10. Укажите назначение угломера. Какие типы угломеров Вам известны?
11. Объясните, как производится установка на «ноль» используемых измерительных средств?
12. Объясните устройство каждого измерительного средства, используемого в работе.
13. Объясните правила пользования измерительными средствами во время работы.
14. Какие виды размеров Вам известны? Дайте им определение.
15. Как называется размер, полученный во время измерения?
16. Что характеризует точность изготовления детали? Как эта величина определяется?

Лабораторная работа 2

КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНОМ ОПТИМЕТРЕ

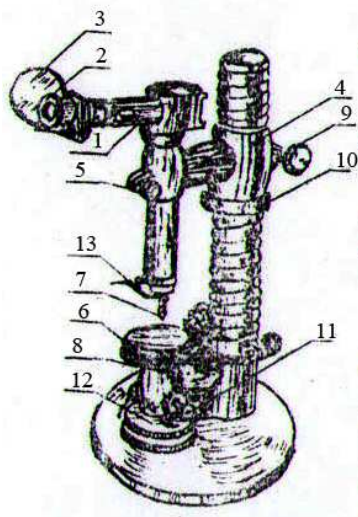
Цель работы: ознакомиться с назначением, устройством и принципом действия вертикального оптиметра и назначением плоскопараллельных концевых мер длины. Овладеть навыками работы с плоскопараллельными концевыми мерами длины и вертикальным оптиметром, методикой оценки годности цилиндрических деталей и определения годности цилиндрических деталей, и определения погрешности ряда измерений.

Измерительные средства и вспомогательные материалы: оптиметр вертикальный, набор плоскопараллельных концевых мер длины, ГОСТ 25347–82 (СТ СЭВ 144–75), чертёж контролируемой детали, контролируемая деталь.

Вертикальный оптиметр – оптико-механический прибор предназначенный для относительного измерения линейных размеров изделия до 180 мм и диаметром не более 150 мм путём сравнения изделия с эталонной мерой. За эталонную меру принимается блок плоскопараллельных концевых мер длины (плиток Йогансона).

Метрологические характеристики вертикального оптиметра

Наименование прибора	Тип прибора	Пределы измерения, мм	Цена деления шкалы, мм	Пределы показаний по шкале, мм	Допускаемая погрешность показаний, мм
Оптиметр вертикальный	СВО-1	0 ... 180	0,001	±0,1	±0,0002



УСТРОЙСТВО ВЕРТИКАЛЬНОГО ОПТИМЕТРА И ИЗМЕРЕНИЕ НА НЁМ

Измерительным устройством прибора является трубка 1 (рис. 1), основанная на сочетании принципа автоколлимации с качающимся зеркалом (принцип оптического рычага).

Оптиметр устанавливается на нуль по блоку плиток, размер которого должен равняться номинальному размеру проверяемой детали.

При составлении блока следует стремиться, чтобы размер блока состоял из возможно меньшего количества мер, притираемых друг к другу строго рабочими поверхностями от меньшего количества мер к большей мере. Примеры составления блоков из комплекта, применяемого в работе:

Правильно	Неправильно
1,005	1,005
1,48	1,37
5,5	1,11
20,0	1,5
	3,0
	20,0
27,985	27,985

Составленный блок I^* (рис. 2, а) притирается к столу 2 оптиметра. Затем (см. рис. 1), открепив зажимной винт 9 и осторожно вращая кольцо 10, отпускают трубку оптиметра 1 вместе с кронштейном 4 до соприкосновения измерительного наконечника 7 с блоком плиток. Момент касания измерительного наконечника с блоком определяется наблюдением в окуляр 2 (в поле зрения должна появиться шкала). При появлении шкалы кронштейн крепится винтом 9 (грубая установка). Окончательная установка шкалы на нуль (начальный нуль) производится вращением накатного кольца при ослабленном стопорном винте 11.

Установив прибор на нуль, стол закрепляется стопорным винтом 11. После, пользуясь арретиром 13, опускают и поднимают наконечник (2–3 раза), проверяя постоянство нулевого положения шкалы. Если нуль шкалы не совпадает с неподвижным индексом, то установку нуля необходимо повторить. Затем блок со стола удаляется (рис. 2, а) при поднятом измерительном наконечнике с помощью арретира.

Измеряемая деталь 1 (рис. 2, б) помещается под измерительный наконечник вместо блока.

Измерение диаметра цилиндрического валика производится в пяти сечениях во взаимно-перпендикулярных направлениях (рис. 3).

В процессе измерения валик медленно перемещают (протаскивают, а не проталкивают) под измерительным наконечником и замечают наибольшее положительное или наименьшее отрицательное смещение изображения шкалы относительно указателя.

После произведённых измерений валика необходимо снова проверить нулевую установку оптиметра (нуль конечный). Смещение допускается не более $\pm 0,2$ мкм. В противном случае измерение должно быть повторено.

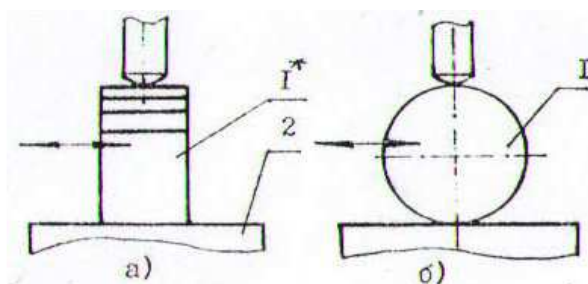


Рис. 2. Установка блока и детали на столе приборов

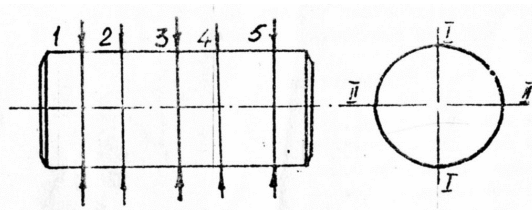


Рис. 3. Схема измерения

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ РЯДА ИЗМЕРЕНИЙ

При измерении физических величин основную роль играют случайные погрешности, которые возникают в результате совокупности ряда мелких неучитываемых причин: температурных колебаний в помещении, вибраций в окружающей среде, осадений пыли на прибор и т.д. Каждая из этих причин оказывает на результаты измерений небольшие влияния, суммарные погрешности вызывают при изменении отклонения в обе стороны от истинного значения (рассеивание размеров).

На практике рассеивание размеров осуществляется по закону нормального распределения (рис. 4), описываемому уравнением:

$$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{X^2}{2\sigma^2}},$$

где Y – плотность вероятности; X – значение случайной величины, для которой определяется Y ; $e = 2,7183$ – основание натуральных логарифмов; σ – среднеквадратичное отклонение.

Кривую закона нормального распределения ограничивают доверительными интервалами с различной вероятностью:

- $\pm\sigma$ с вероятностью 0,6827 или 68,27%;
- $\pm 2\sigma$ с вероятностью 0,9545 или 95,45%;
- $\pm 3\sigma$ с вероятностью 0,9973 или 99,73%.

На практике доверительные интервалы выбирают в зависимости от конкретных требований к точности измерения.

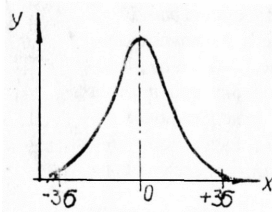


Рис. 4. Кривая распределения погрешностей

Влияние случайных погрешностей на результат измерения выявляются многократным измерением одной и той же величины при неизменных внешних условиях и за наиболее вероятный результат измеряемой величины принимается среднееарифметическое значение X (считаем, что систематические погрешности для измерений отсутствуют).

Точность проведённого ряда измерений определяется предельной погрешностью метода измерения, за которую принимается величина, равная $\pm 3\sigma$.

Предельная погрешность метода измерений – это наибольшая погрешность данного метода измерения, за пределами которой лежит область грубых измерений.

ПОДГОТОВКА ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ К РАБОТЕ

Прибор и плитки, используемые в работе, перед эксплуатацией подлежат проверке, которая состоит из следующих операций:

1. Прибор и поверхность стола протереть салфеткой, измерительную поверхность стола протереть спиртом, затем насухо обтереть мягкой чистой салфеткой.
2. Проверить техническое состояние прибора путём осмотра внешнего вида.
3. Проверить взаимодействие частей прибора, стопорных винтов и микровинтов, плавность перемещения винтов и гайки.
4. Плоскопараллельные концевые меры длины протереть насухо салфеткой, удалив с них слой смазки.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По номеру детали из таблицы (на стенде) определить номинальный размер детали. Пользуясь ГОСТ 25347–82, определить предельные размеры и построить схему расположения поля допуска для данной детали. Предельные и номинальный размеры записать в бланк отчёта.

2. По номинальному размеру детали составить блок концевых мер длины.

3. Настроить прибор по номинальному размеру на нуль. Для этого (рис. 1) отстопорив винт 9, пинокульную трубку 1 вместе с кронштейном 4 отводят так, чтобы расстояние между измерительным наконечником и плоскостью измерительного стола прибора примерно равнялось размеру блока.

4. Направить осветительным зеркальцем 3 пучок света в щель трубки так, чтобы было видно в окуляр 2 светлое освещённое поле и часть шкалы.

5. Установить блок концевых мер на измерительный столик 6 притиранием к поверхности столика.

6. Переместить кронштейн 4 с пинольной трубкой так, чтобы измерительная поверхность блока коснулась измерительного наконечника. Это будет заметно по движению шкалы в поле зрения окуляра.

7. Отстопорив винт 11 и вращая за закатную головку 12 микровинт пинноли, установить шкалу оптиметра на нуль и застроить винтом 11. Для того, чтобы прибор был установлен на нуль именно по размеру блока, необходимо выверить положение блока при помощи поворотов измерительного столика вокруг горизонтальной и вертикальной осей.

8. После окончания установки прибора на нуль отжать арретиром измерительный наконечник и осторожно удалить со стола блок концевых мер.

9. Удалив со столика блок концевых мер, поместить на столик проверяемую деталь.

10. Осторожно перемещая по поверхности столика деталь произвести 10 измерений в направлении, перпендикулярном оси трубок, следить за шкалой оптиметра и отсчитывать показание шкалы, учитывая знаки отклонений.

11. После окончания измерения проверить нулевое показание шкалы прибора.

12. Подсчитать действительные размеры детали.

13. Обработать результаты измерений. Подсчитать:

а) среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n},$$

где n – число измерений;

б) случайные отклонения погрешности:

$$V_i = X_i - \bar{X};$$

в) среднеквадратичную погрешность:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}};$$

г) предельную погрешность ряда измерений $\Delta \text{lim} = \pm 3$.

14. Результаты записать в бланк отчёта.

15. Построить гистограмму и эмпирическую кривую распределения значений, случайной величины по результатам измерения нескольких (5–6) деталей одной партии.

16. Дать оценку годности детали.

ЗАЩИТА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Полученные результаты проверяются преподавателем или лаборантом, о чём делается отметка в отчёте. В ходе защиты проверяются теоретические знания и практические навыки по данному разделу курса МСС.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Укажите, какой метод измерения используется в данной работе.
2. Воспроизведите метрологическую характеристику вертикального оптиметра.
3. Что означает ОВО-1? ОВЭ-1?
4. Что называется ценой деления шкалы?
5. Что называется пределом измерения? В чём отличие пределов измерения и показания прибора?
6. Укажите, для каких целей предназначены вертикальные оптиметры?
7. Воспроизведите последовательность выполнения лабораторной работы.
8. Что называется действительным, номинальным, предельными размерами?
9. Что характеризует допуск размера?
10. Что такое плоскопараллельные концевые меры длины?
11. Какие геометрические параметры являются основными точностными характеристиками концевой меры?
12. Каковы правила пользования мерами? Как рассчитываются и как составляются блоки концевых мер?
13. Как объяснить кривую распределения значений случайной величины?

Лабораторная работа 3

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЬБЫ НА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ МИКРОСКОПЕ

Цель работы: изучить методику измерения геометрических параметров метрической резьбы и произвести оценки её годности, используя дифференцированный (поэлементный) метод контроля.

Измерительные средства и вспомогательные материалы: 1. Микроскоп инструментальный (ММИ-1, БМИ). 2. Стандарты на метрическую резьбу: ГОСТ 9150–2002; ГОСТ 8724–2002; ГОСТ 24705–2004; ГОСТ 16093–2004. 3. Чертёж контролируемой детали. 4. Контролируемая деталь.

Наиболее распространёнными в машиностроении являются метрические цилиндрические крепёжные резьбы. Профиль и основные параметры метрической резьбы, общие для наружной и внутренней деталей, установлены ГОСТ 24705 и показаны на рис. 1.

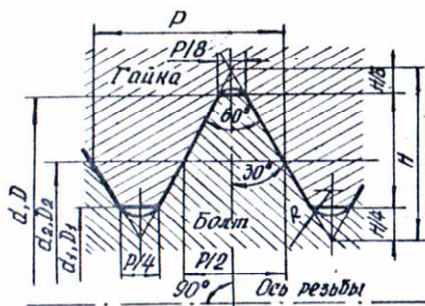


Рис. 1

Основными номинальными параметрами метрической резьбы, общими для наружной (болта, винта, шпильки) и внутренней (гайки, гнезда) являются: d, D – наружный диаметр; d_1, D_1 – внутренний диаметр; d_2, D_2 – средний диаметр; P – шаг резьбы; $\alpha = 60^\circ$ – угол профиля резьбы; $\alpha/2 = 30^\circ$ – половина угла профиля; H – высота исходного профиля; H_1 – рабочая высота профиля.

Определение основных параметров стандартизованы ГОСТ 11708–02. Детали резьбовой пары сопрягаются по боковой стороне профиля резьбы, поэтому как для наружной, так и для внутренней резьбы обязательно устанавливаются допуски на средний диаметр $d_2(D_2)$. Допуски на наружный $d(D)$ и внутренний $d_1(D_1)$ диаметры построены таким образом, чтобы обеспечить гарантированный зазор в соединении по указанным параметрам. Отклонения от номинальных размеров шага и половины угла профиля отдельно не нормируются, а компенсируются изменением среднего диаметра.

Значение среднего диаметра резьбы, увеличенного у болта и уменьшенного у гайки на величину диаметральных компенсаций погрешностей шага P и половины угла α , полученных в результате изготовления и измерения, **называют приведённым средним диаметром**:

для наружной резьбы (болт):

$$d_2^{пр} = d_2^{изм} + f_p + f_\alpha. \quad (1)$$

для внутренней резьбы (гайка):

$$d_2^{пр} = d_2^{изм} - (f_p + f_\alpha). \quad (2)$$

Зависимости для определения f_p и f_α дают возможность привести отклонение шага и половины угла профиля к одному (диаметральному) направлению и к одной размерности (мкм). Стандартный допуск на средний d_2 – комплексный допуск, учитывающий как погрешность собственно среднего диаметра Δd_2 , так и значение диаметральных компенсаций f_p и f_α , получаемых на основе измерения действительных значений шага и половины угла профиля:

$$Td_2(TD_2) = \Delta d_2(\Delta D_2) + f_p + f_\alpha. \quad (3)$$

Резьба считается годной, если выполняются следующие условия:

$$d_{2\min}(D_{2\min}) \leq d_2^{пр}(D_2^{пр}) \leq d_{2\max}(D_{2\max}). \quad (4)$$

В зависимости от назначения резьбы устанавливаются различные допуски, положение полей которых (рис. 2, 3) определяется для болта основными отклонениями – h, g, e, d и степенями точности (по среднему диаметру – 4, 6, 7, 8; по наружному – 4, 6, 8); для гайки основными отклонениями – H, G и степенями точности (по среднему диаметру – 4, 5, 6, 7; по внутреннему – 5, 6, 7).

Поле допуска для диаметров резьбы по ГОСТ 16093–2004 обозначается сочетанием степени и основного отклонения (рис. 2, 3), например, $6h, 6H, 4H/6H$.

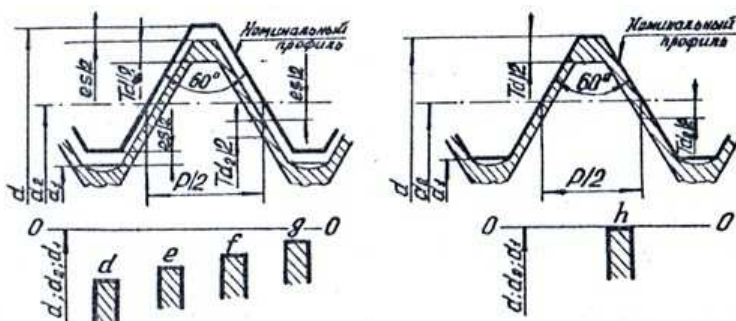


Рис. 2. Расположение полей допусков на диаметры болта

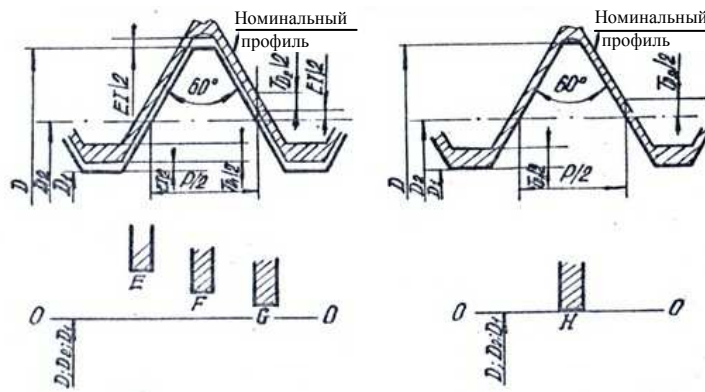


Рис. 3. Расположение полей допусков на диаметры гайки

Обозначение поля допуска резьбы, как сочетания поля допуска по d_2 и по d для болта и по D_2 и D_1 для гайки, состоит из обозначений полей допусков: $d_2(D_2)$, помещаемого на первом месте, d для болта или D_1 для гайки – на втором месте, например, $7h6h, 4H5H$.

При совпадении обозначений полей допусков d_2 болта или D_2 гайки с d или D_1 , обозначение поля допуска резьбы записывается следующим образом:

$$\begin{array}{cccc}
 \underbrace{\quad} & \underbrace{\quad} & & \\
 d_2 & d & D_2 & D_1 \\
 6h6h & \rightarrow & 7G7G & \rightarrow & 7G
 \end{array}$$

ОПИСАНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МИКРОСКОПОВ

Инструментальные микроскопы предназначены для измерения линейных и угловых размеров деталей. Метод измерения – проекционный, бесконтактный.

Наиболее распространённым являются микроскопы малой ММИ и большой БМИ моделей. Обе модели устроены принципиально одинаково и отличаются, в основном, габаритными размерами. Рассмотрим конструкцию микроскопа на примере БМИ (рис. 4).

Инструментальный микроскоп имеет основание 1, на котором установлены измерительный стол 2, стойка 3, тубус 4 с окулярной головкой 7 и кожух 6 осветителя.

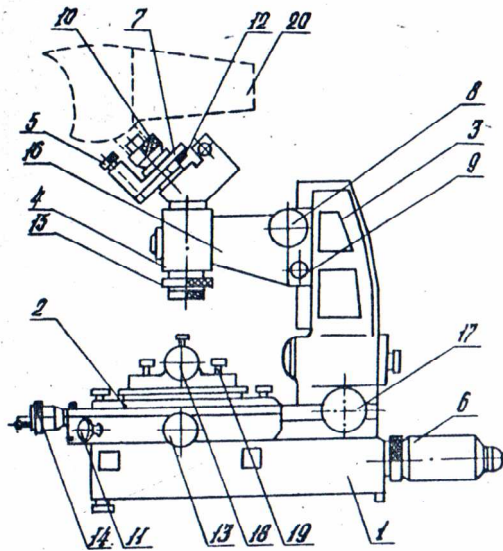


Рис. 4

Измерительный стол прибора может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью микровинтов (в продольном направлении микровинта 13, в поперечном направлении микровинта 14). Измерительный стол прибора может поворачиваться вокруг своей оси на 360° с помощью головки 2. В требуемом положении стол закрепляется стопорным винтом. Для отсчёта поворота на цилиндрической поверхности стола нанесены градусные деления от 0° до 360° , а на неподвижной части стола укреплен нониус, с помощью которого обеспечивается точность отсчёта в $3'$. Замедленное движение стола и салазок осуществляется амортизатором.

Для закрепления детали, имеющей центровые отверстия, применяются бабки с центрами 18, которые устанавливаются на верхнюю плиту измерительного стола так, чтобы осевая линия центров была параллельна продольному направлению стола. Положение центров фиксируется винтами 19.

Центральный микроскоп, расположенный в тубусе 4, жёстко связан с кронштейном 16, имеющим направляющие. Кронштейн может смещаться по направлению стойки с помощью рукояток 8 реечной передачи и закрепляться на требуемой

высоте фиксатором 9. При этом осуществляется грубая фокусировка на проверяемую деталь. Точная фокусировка производится поворотом накатного кольца объектива 15.

Перед измерением параметров резьбы стойку микроскопа наклоняют на угол подъёма резьбы. Наклон осуществляется с помощью маховичка 17. Угол наклона определяется по шкале, нанесённой на гильзе маховичка. Цена деления шкалы 30.

Метрологические показатели инструментальных микроскопов

Марка микроскопа инструментального	Пределы измерения линейных размеров		Цена деления шкал микрометрических винтов, мм	Пределы измерения углов, °	Цена деления шкалы угломерной головки, мин	Наибольший диаметр, устанавливаемый в центрах, мм	Наибольшее расстояние между центрами, мм
	в продольном направлении	в поперечном направлении					
БМИ-1	0 ...		0,005	0 ...	1	85	235
ММИ-2	150 0 ... 75		0,005	360 0 ... 360	1	55	200

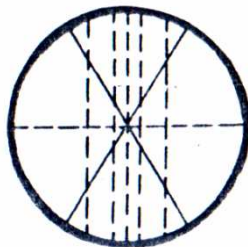


Рис. 5

Окулярная головка 7 предназначена для выполнения линейных и угловых измерений. Внутри корпуса имеется стеклянная пластинка со штриховой сеткой (рис. 5) и круговая шкала, разделяющая по окружности на 360°. Пластинка со штриховой сеткой и лимб градусной шкалы связаны между собой и имеют общий центр вращения.

Штриховая сетка наблюдается в поле зрения окуляра 10 центрального микроскопа, а градусная и минутная шкалы – в поле зрения отсчётного угломерного окуляра 5. Поворот угломерной шкалы осуществляется с помощью маховика 12.

С целью получения увеличенного изображения контролируемой детали и облегчения работы на БМИ может быть установлено проекционное устройство 20. Освещение градусной шкалы в отсчётный микроскоп направляется от источника света, размещённого под окулярной головкой, через окошко зеркальцем.

ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К ИЗМЕРЕНИЮ

1. Включить прибор в осветительную сеть и произвести его настройку. Для этого, вращая окуляр 10 (рис. 4) штриховой окулярной головки, добиться чёткого изображения штриховой сетки с перекрестием.
2. Вращая окуляр 5, получить резкое изображение штрихов угловых шкал микроскопа. Шкалы осветить при помощи зеркальца, расположенного под окулярной головкой, вращая маховичком 12 окулярную пластинку, повернуть шкалу так, чтобы нулевое деление основной градусной шкалы совпадало с нулевым делением дополнительной шкалы (рис. 6, а).
3. Установить колонку микроскопа с оптической головкой перпендикулярно столу микроскопа (добиться нулевого положения по шкале барабана маховичка 17).
4. Выданную для измерения деталь закрепить в центрах 18, расположив её над серединой предметного столика.

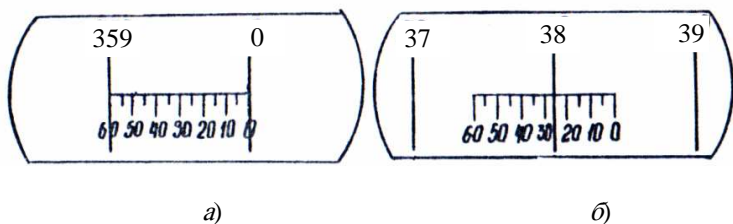


Рис. 6

5. Сфокусировать тубус микроскопа. Для этого перемещая тубус 4 рукояткой 8, добиться чёткого изображения профиля детали. Закрепить кронштейн 16 фиксатором 9. Проверить параллельность направления продольного стола с осью центров, т.е осью установленной в них детали. Для чего стол микроскопа отвести влево отпустить, проверяя чтобы при движении горизонтальная штриховая линия касалась вершин резьбы. При отсутствии параллельности верхнюю плиту следует повернуть маховичком 11 в нужном направлении.

ИЗМЕРЕНИЕ ШАГОВ ПРОФИЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРАЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТИ ШАГА

Значение n шагов резьбы измеряют между одноимёнными сторонами профиля (правой и левой).

1. Количество витков – n определяют из условия, что длина свинчивания равна высоте стандартной гайки, т.е $0,8d(D)$:

$$n = \frac{0,8d}{P},$$

где d – номинальный наружный диаметр; P – номинальное значение шага.

2. Подсчитать номинальное значение n шагов:

$$P_n = nP.$$

3. Измерить P_n шагов, для чего перекрестие штриховой окулярной сетки установить примерно на середину боковой стороны профиля, маховичком 12 повернуть окулярную сетку до совпадения вертикальной штриховой линии с боковой стороной профиля. Снять показания по шкале продольного микровинта 13 (1-й отсчёт).

4. Вращением микровинта 13 переместить деталь на n шагов до положения, при котором вертикальная линия также будет совпадать с боковой стороной профиля. Снять показания микровинта (2-й отсчёт). Разность показаний микровинта 13 при двух отсчётах, например, по левой стороне профиля – измеренный размер n шагов $P_{n\text{лев}}$.

5. Аналогично измерить P_n шагов по правым сторонам профиля $P_{n\text{прав}}$.

6. Определить среднюю измеренную величину n шагов:

$$P_{n\text{ср}}^{\text{изм}} = \frac{P_{n\text{лев}} + P_{n\text{прав}}}{2}.$$

7. Вычислить погрешность изготовления n шагов:

$$\Delta P_n = P_{n\text{ср}}^{\text{изм}} - P_n.$$

8. Подсчитать величину диаметральной компенсации шага:

$$p = 1,732\Delta P_n.$$

ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОЛОВИНЫ УГЛА ПРОФИЛЯ РЕЗЬБЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРАЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ЕЁ ПОГРЕШНОСТИ

При измерении угла профиля резьбы следует различать левую ($\alpha/2_{\text{лев}}$) и правую ($\alpha/2_{\text{пр}}$) половины угла профиля α , которые принято измерять отдельно. Для компенсации ошибок измерения $\alpha/2_{\text{лев}}$ и $\alpha/2_{\text{пр}}$ измеряют по обе стороны профиля детали (рис. 7).

1. Установить угломерную шкалу в нулевое положение с помощью маховичка 12.

2. Поворачивая штриховую сетку маховичком 12 и перемещая измерительный стол с закреплённой в центрах деталью с помощью микровинтов 13 и 14 совместить вертикальную штриховую линию сетки с боковой стороной профиля резьбы (см. рис. 7). Рекомендуется при этом оставлять между ними небольшой просвет для контроля параллельности.

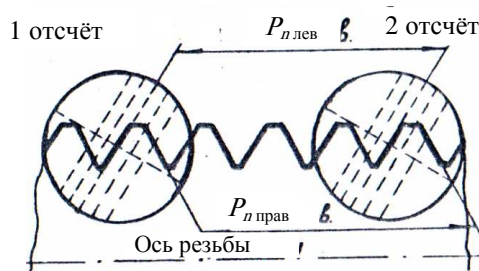


Рис. 7

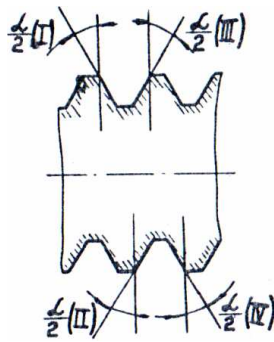


Рис. 8

3. Наблюдая в угломерный окуляр 5, снять отсчёт по угловой шкале. Показание градусной и минутной шкалы (пример, рис. 6, б) будет равно измеренному значению половины угла профиля – $\alpha/2$. При измерении $\alpha/2$ на другой стороне профиля показание будет соответствовать $360^\circ - \alpha/2$. Углы $\alpha/2_{\text{пр}}$ и $\alpha/2_{\text{лев}}$ измеряют в нижней и верхней частях резьбы согласно схемы на рис. 8.

4. Подсчитать средние значения по левой и правой сторонам профиля:

$$\alpha/2_{\text{пр}} = \frac{\alpha/2_{(1)} + \alpha/2_{(2)}}{2};$$

$$\alpha/2_{\text{лев}} = \frac{\alpha/2_{(3)} + \alpha/2_{(4)}}{2}.$$

5. Подсчитать погрешности:

$$\Delta\alpha/2_{\text{пр}} = \Delta\alpha/2_{\text{пр}} - \alpha/2; \quad \Delta\alpha/2_{\text{лев}} = \alpha/2_{\text{лев}} - \alpha/2,$$

где $\alpha/2 = 30^\circ$.

$$\Delta\frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta\frac{\alpha}{2_{\text{пр}}} \right| + \left| \Delta\frac{\alpha}{2_{\text{лев}}} \right|}{2}.$$

6. Подсчитать диаметральную компенсацию погрешности половины угла профиля:

$$\alpha = 0,36 \cdot 10^{-3} P \Delta\alpha/2, \text{ мм},$$

где P – номинальный шаг резьбы, мм; $\Delta\alpha/2$ – измеренная погрешность половины угла, мин.

ИЗМЕРЕНИЕ НАРУЖНОГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ

Номинальный размер наружного диаметра d указывается в обозначении резьбы. Например, резьба M20, $d = 20$ мм.

1. Установить угломерную шкалу в нулевое положение (рис. 6, а) с помощью маховичка 12.

2. Совместить горизонтальную штриховую линию окулярной сетки с выступами резьбы (рис. 9, поз. 1). Произвести отсчёт по микровину 14 поперечного перемещения измерительного стола.

3. Переместить микровинтом 14 измерительный стол до появления в поле зрения окуляра 10 противоположного края резьбы. Совместить горизонтальную штриховую линию окулярной сетки с выступами резьбы (рис. 9, поз. 2) и произвести второй отсчёт. Разность показаний по микровину 14 определяет измеренное значение наружного диаметра $d^{\text{изм}}$.

4. Произвести измерение наружного диаметра ещё в двух поперечных сечениях профиля, смещая деталь с помощью микровинта 13, примерно, 1–2 шага.

ИЗМЕРЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ

Номинальный размер внутреннего диаметра d_1 определяется согласно ГОСТ 24705–2004 по следующей зависимости:

$$d_1 \approx d - 1,083P, \text{ мм}.$$

Порядок измерений такой же, как и при измерении наружного диаметра. Схема измерения изображена на рис. 9, поз. 3 и 4.

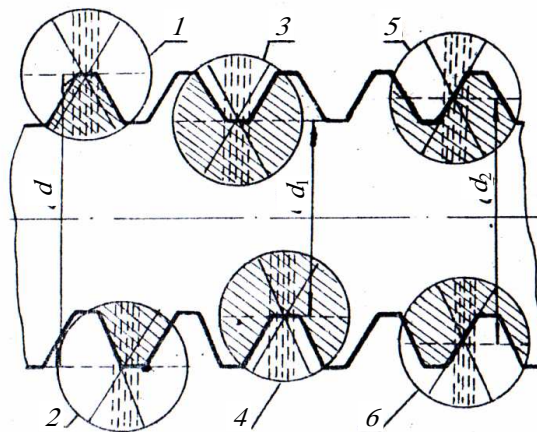


Рис. 9
ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА РЕЗЬБЫ

Номинальный размер среднего диаметра d_2 определяется согласно ГОСТ 24705–2004 по следующей зависимости:

$$d_2 \approx d - 0,65P, \text{ мм.}$$

1. Установить угломерную шкалу в нулевое положение (рис. 6, а) с помощью маховичка 12.
2. С целью получения резкого изображения резьбового профиля наклонить стойку 3 с тубусом 4 (рис. 4) на угол, равный углу подъёма резьбы $\varphi = 18,25 P/d_2$. Угол φ отсчитывается по шкале на барабане маховичка 17.
3. Установить перекрестие штриховой окулярной сетки примерно на середину боковой стороны профиля резьбы (рис. 9, поз. 5). Произвести отсчёт по микровинту 14 поперечного перемещения измерительного стола.
4. Наклонить стойку с тубусом на угол φ в противоположную сторону и вращением микровинта 14 переместить измерительный стол с деталью до совпадения перекрестия штриховой окулярной сетки с боковой стороной противоположного края профиля резьбы (рис. 9, поз. 6). Произвести второй отсчёт. Разность показаний микровинта 14 определяет измеренное значение среднего диаметра $d_2^{\text{изм}}$.
5. Произвести измерение диаметра d_2 ещё в двух поперечных сечениях профиля резьбы по правой и левой его сторонам.
6. Определить среднее измеренное значение d_2 :

$$d_{2\text{ср}}^{\text{изм}} = \frac{d_{2(1)}^{\text{изм}} + d_{2(2)}^{\text{изм}} + d_{2(3)}^{\text{изм}}}{3}.$$

7. Определить среднее значение приведённого среднего диаметра, пользуясь формулой (1)

$$d_{2\text{ср}}^{\text{пр}} = d_{2\text{ср}}^{\text{изм}} + f_p + f_\alpha.$$

8. С помощью таблиц ГОСТ 24705–2004 определить, согласно указанных в обозначении полей допусков параметров образца, предельные отклонения диаметров резьбы, построить схемы полей допусков.

9. Сравнивая действительные значения диаметров резьбы с предельными, дать заключение о годности резьбы детали. При проверке годности резьбы по среднему диаметру d_2 следует использовать зависимости (4).

Полученные результаты проверяются преподавателем или лаборантом, о чём делается соответствующая отметка в бланке – отчёте. В ходе защиты проверяются знания студентов соответствующих разделов ВСТИ.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните, какие исходные факторы влияют на образование резьбовой поверхности.
2. Объясните, исходя из образования резьб, что понимается под шагом резьбы.
3. Почему резьба называется метрической?
4. Какой профиль имеет метрическая резьба?
5. Назовите, какие резьбы кроме метрической Вам известны.
6. Перечислите основные параметры метрической резьбы. Дайте определение этим параметрам и укажите их на эскизе.
7. На какие параметры резьбы болта и гайки установлены стандартные допуски и почему?
8. Что понимается под приведённым средним диаметром резьбы?
9. Что характеризует приведённый средний диаметр?
10. Укажите, для каких целей предназначен инструментальный микроскоп.
11. Что называется ценой деления шкалы?
12. Назовите цену деления микровинтов инструментального микроскопа.
13. Назовите пределы на инструментальном микроскопе в продольном и поперечном направлениях стола.
14. Назовите, какой метод измерения положен в основу данной работы.

15. Назовите принцип работы данного инструментального микроскопа.
16. Воспроизведите, в какой последовательности производится в данной работе измерение шага, накопленной погрешности шага, наружного, среднего и внутреннего диаметра.
17. С какой целью производят измерение шага по левой и правой сторонам профиля резьбы?
18. Воспроизведите, в какой последовательности производится измерение половины угла профиля резьбы.
19. С какой целью производят измерение половины угла профиля резьбы по левой и правой сторонам?
20. Что характеризует допуск? Как он выражается для резьбы?
21. Запишите условные обозначения полей допусков резьбы на чертежах и дайте пояснения Вашей записи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гетманов, В.Г. Метрология, стандартизация, сертификация для систем пищевой промышленности : учебное пособие для вузов / В.Г. Гетманов. – М. : Дели принт, 2006. – 181 с.
2. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Г.Д. Крылова. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 711 с.
3. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии / Г.Д. Крылова. – М. : ЮНИТИ, 2000. – 671 с.
4. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация / Ю.В. Димов. – СПб. : Питер, 2004. – 207 с.
5. Лифшиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация / И.М. Лифшиц. – М. : Юрайт, 2006. – 350 с.
6. Никифоров, А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация, сертификация и технические измерения / А.Д. Никифоров. – М. : Высшая школа, 2003. – 510 с.
7. Радкевич, И.М. Метрология, стандартизация и сертификация / И.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – М. : Высшая школа, 2007. – 791 с.
8. Тартаковский, Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические измерения / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. – М. : Высшая школа, 2002. – 205 с.