

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»
филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

Кафедра технологии и комплексной механизации горных работ

ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

**Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей**

Составитель: Л. Ф. Кожухов

**Рассмотрены и утверждены
на заседании кафедры
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.**

**Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
Протокол № 1 от 28.08.2018 г.**

**Электронный ресурс находится
в библиотеке филиала КузГТУ
в г. Прокопьевске**

Прокопьевск 2018

Рецензент:
к. т. н., доцент кафедры «Технология машиностроения»
филиала КузГТУ в г. Прокопьевске
Мирошин И. В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Цель и задачи работы	5
1. Общие сведения	5
2. Измерение деталей с помощью микрометрического инструмента ...	7
2.1. Средства измерения и измеряемые объекты	7
2.2. Устройство микрометрических инструментов	9
2.2.1. Устройство гладкого микрометра	9
2.2.2. Устройство микрометрического глубиномера	12
2.2.3. Устройство микрометрического нутромера	13
2.3. Подготовка и проведение измерений микрометрическим инструментом	16
2.3.1. Подготовка и проведение измерений микрометрами гладкими	16
2.3.2. Подготовка и проведение измерений микрометрическим глубиномером	22
2.3.3. Подготовка и проведение измерений микрометрическим нутромером	24
2.4. Порядок выполнения работы	27
3. Контрольные вопросы	29
Литература	30
Приложение	31

ВВЕДЕНИЕ

Измерение (контроль) деталей и объектов машиностроения – неотъемлемая часть технологических процессов их изготовления. В машиностроении измерение геометрических параметров составляет около 90 % всех видов измерений.

Измерение – совокупность операций по применению технического средства, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины. За последние годы резко возросла роль точных и достоверных измерений в связи с повышением требований к качеству продукции и развитием работ по сертификации. Решение данных вопросов выполняется за счет метрологического обеспечения всех этапов жизненного цикла изделия.

Целью настоящих Методических указаний к практическим занятиям «Измерение деталей с помощью микрометрического инструмента» по дисциплине «Метрология, стандартизации и сертификация» для студентов специальности 23.02.03 Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта является изучение конструкций микрометрического инструмента – приборов для измерения геометрических размеров изделий, использующих метод непосредственной оценки измерений. Кроме этого, студенты приобретают практические навыки проведения измерений геометрических размеров с помощью микрометрического инструмента, оценки отклонения формы изготовления и точности измерения. При этом студенты получают наглядное представление о связи чертежа с реальным воплощением детали. Также студенты могут ознакомиться с перечнем микрометрического инструмента, которые используются в машиностроительном производстве и ремонте изделий.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы: практически ознакомиться с назначением, устройством и приемами измерений линейных размеров микрометрическими инструментами с помощью метода непосредственной оценки, определить погрешности формы цилиндрической детали.

Задачи работы:

1. Изучить устройство различных конструкций микроскопических приборов для измерения геометрических размеров изделий, использующих методы непосредственной оценки;
2. Изучить порядок подготовки к измерениям;
3. Овладеть правильными приемами измерений наружных и внутренних размеров с помощью микрометрических инструментов.
4. Научиться отбраковывать детали вследствие износа, деформации или отклонения формы цилиндрической детали с помощью микрометрического инструмента.

Время выполнения лабораторной работы – 2 часа.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Средство измерений – техническое средство, предназначенное для измерений [2].

Микрометрический инструмент – универсальный инструмент (прибор), предназначенный для измерений линейных размеров абсолютным или относительным контактным методом в области малых размеров с низкой погрешностью (от 2 мкм до 50 мкм в зависимости от измеряемых диапазонов и класса точности), преобразовательным механизмом которого является микропара винт – гайка.

Шкала средства измерений – часть средства измерений, представляющая собой упорядоченный набор меток вместе со значениями соответствующей величины [1].

Начальное значение шкалы – наименьшее значение величины, которое может быть отсчитано по шкале средства измерений [1].

Конечное значение шкалы – наибольшее значение величины, которое может быть отсчитано по шкале средства измерений [1].

Цена деления шкалы – разность значения величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.

Показание средства измерения – значение величины или число на показывающем устройстве средства измерений.

Объект измерения – материальный объект или явление, которые характеризуются одной или несколькими измеряемыми и влияющими величинами [1].

Пример – Вал, у которого измеряют диаметр; технологический процесс, во время которого измеряют температуру; спутник Земли, координаты которого измеряются или с помощью которого измеряют координаты местоположения объекта на Земле.

Метрологические характеристики средств измерений – характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений

Диапазон показаний – область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы, то есть наибольшим и наименьшим значениями измеряемой величины.

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средств измерений.

Вариация (нестабильность) показаний прибора – алгебраическая разность между наибольшим и наименьшим результатами измерений при многократном измерении одной и той же величины в неизменных условиях.

Цена деления шкалы – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средств измерений

Класс точности – это обобщенная метрологическая характеристика средств измерений, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также рядом других свойств, влияющих на точность измерений.

2. ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

2.1. Средства измерения и измеряемые объекты

Средствами измерений и измеряемыми объектами в данной практической работе являются:

- а) деталь измеряемая и ее эскиз;
- б) микрометры гладкие;
- в) микрометрический глубиномер;
- г) микрометрический нутромер.

Эскизы деталей для проведения измерений диаметра изготовления и дефектов изготовления и эксплуатации – впускных клапанов двигателей СМД-14 (а) и двигателей СМД-7 (б) приведены на рисунке 1.

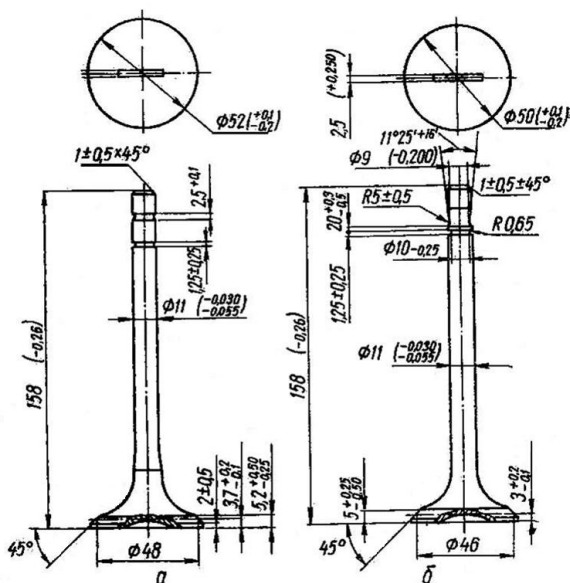


Рисунок 1 – Детали для проведения измерений диаметра изготовления и отклонения формы расположения: впускные клапаны двигателей СМД-14 (деталь № СМД14-0604, а) и двигателей СМД-7 (деталь № СМД 1-0604, б).

К группе микрометрических инструментов общего назначения относят:

1. Микрометры:

- гладкие МК для намерения наружных размеров изделий до 25 мм (рисунок 2) и свыше 25 мм (рисунок 3) по ГОСТ 6507-90 [3];
- гладкие с плоскими вставками МВП по ГОСТ 4380-93[4];
- листовые с циферблатом МЛ для измерения толщины листов и лент (рисунок 4а) по ГОСТ 6507-90 [3];
- настольные со стрелочным отсчетным устройством МН-1, МН-2 по ГОСТ 10387-81 [5];
- рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством МР по ГОСТ 4381-87 [6];
- рычажные, оснащенные отсчетным устройством МРИ по ГОСТ 4381-87 [6];
- трубные МТ для измерения толщины стенок труб (рисунок 4б) по ГОСТ 6507-90 [3];
- зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм по ГОСТ 6507-90[3];
- резьбовые со вставками МВМ по ГОСТ 4380-93 [4].

2. Глубиномеры микрометрические ГМ (рисунок 5) по ГОСТ 7470-92 [7].

3. Нутромеры микрометрические НМ, НМИ (рисунок 6) по ГОСТ 10-88 [8].

Таким образом, зажимая объект измерений между упорами микрометрического винта, можно измерить размеры объекта с точностью до 1/100 мм и выше. Пределы измерений микрометров зависят от размера скобы и составляют 0–25; 25–50; ...; 275–300, 300–400; 400–500 и 500–600 мм. Микрометры для размеров более 300 мм оснащены сменными или переставными пятками, обеспечивающими диапазон измерений 100 мм. В лучших приборах этого типа при шаге винта, равном 0,5 мм, на барабане наносится 500 делений и точность измерения может быть доведена таким образом до 0,001 мм.

Пример условного обозначения гладкого микрометра с диапазоном измерения 25–50 мм I-го класса точности:

Микрометр МК 50-1 ГОСТ 6507–78.

По точности показаний микрометры разделяются на три класса – нулевой, первый (применяется в данной работе), второй. Погрешности показаний микрометра 0+25 мм нулевого класса точности не превышает +2 мкм, первого класса +4 мкм, второго +8 мкм.

У всех микрометрических инструментов измерительным элементом является микрометрический винт, имеющий резьбу с точным шагом (обычно шаг резьбы $P = 0,5$ мм). Микрометрическая пара конструктивно выполняется в виде резьбовой (микрометрической) гайки и микрометрического винта, соединенного с отсчетным барабаном. Винтовая пара используется для преобразования продольного перемещения винта в окружное движение шкалы барабана. Измеряемый размер определяется по углу поворота барабана. Для отсчета целого числа оборотов микрометрического винта служит продольная (основная) шкала, которая расположена на запрессованной в корпус втулке, называемой стеблем. Стебель является гайкой для микрометрического винта и одновременно обеспечивает его центрирование и направление по измеряемому размеру. Основная шкала двоякая, состоит из двух шкал с интервалом в 1 мм (для облегчения отсчета), сдвинутых одна относительно другой на 0,5 мм и расположенных по обе стороны от продольного штриха на стебле, т. е. длина деления основной шкалы равна шагу микрометрического винта.

Для отсчета долей оборота микрометрического винта, т. е. десятых и сотых долей миллиметра, служит круговая шкала с радиальными штрихами (50 делений), нанесенными на круглой части барабана. Указателем для отсчета по этой шкале является продольный штрих, нанесенный на стебле. Отсчет определяется по порядковому номеру штриха барабана (не считая нулевого), совпадающего с продольным штрихом стебля. Счет всегда ведется в сторону нарастания номеров штрихов.

2.2. Устройство микрометрических инструментов

2.2.1. Устройство гладкого микрометра

Корпусом микрометра типа МК 25 (рисунок 2) служит скоба 1, в которую запрессованы с одной стороны пятка 2, с другой – стебель

5, на котором закреплена микрогайка и нанесена продольная шкала. Продольная шкала имеет два ряда штрихов с длиной деления в 1 мм, расположенных по обе стороны продольного штриха и сдвинутых относительно друг друга на 0,5 мм. Таким образом, оба ряда штрихов образуют продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм.

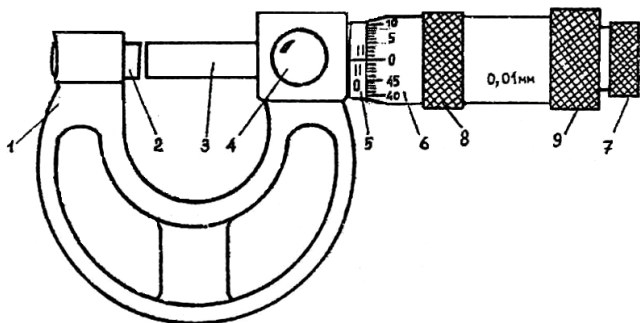


Рисунок 2 – Микрометр МК25.

Одной измерительной поверхностью является торец микрометрического винта 3, выдвигающегося из стебля, второй – торец пятки 2. Микровинт связан с корпусом барабана 6, имеющим на конусном конце круговую шкалу, разбитую на 50 делений. Цена деления круговой шкалы 0,01 мм ($0,5/50 = 0,01$).

Заканчивается барабан резьбой, на которую навинчивается гайка 9, являющаяся корпусом механизма трещотки. Основное назначение трещотки – обеспечивать постоянство измерительного усилия за счет храповика 7 и подпружиненного стержня 8. Для того, чтобы обеспечить это постоянство и одновременно избежать нарушения связи микрометрического винта с барабаном, **вращать винт можно только с помощью трещотки**. Микрометр снабжен устройством 4, позволяющим стопорить микровинт.

В микрометре полый стебель 5 жестко связан со скобой 1. Одной из измерительных поверхностей является торец микрометрического винта 3, выдвигающегося из стебля. Второй измерительной поверхностью является торец пятки 2, запрессованной в скобе 1.

В микрометрах типа МК, предназначенных для измерения размеров 25–50; ...; 275–300, 300–400; 400–500 и 500–600 мм (рисунок 3) в комплекте прибора применяется установочные меры 2. Измеряемую деталь размещают между пяткой 1 и микрометрическим винтом 3. На микрометре в неподвижной скобе 8 закреплен стержень 4 с размещенными на нем двумя рядами продольных штрихов и вращающимся барабаном 5 с помощью трещотки 6. Фиксация показаний осуществляется с помощью стопора 7.

Микрометры листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент типа МЛ приведены на рисунке 4, а трубные для измерения толщины стенок труб типа МТ на рисунке 5.

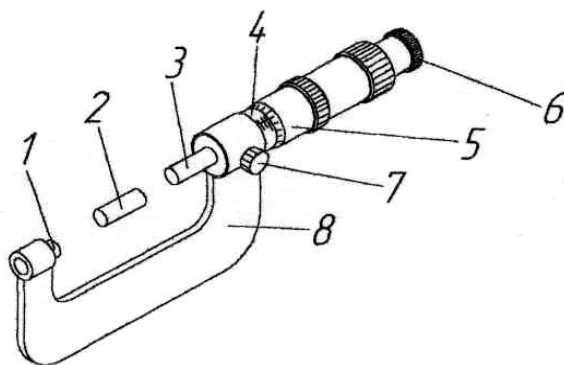


Рисунок 3 – Микрометр МК для измерений наружных размеров от 25 до 300 мм.

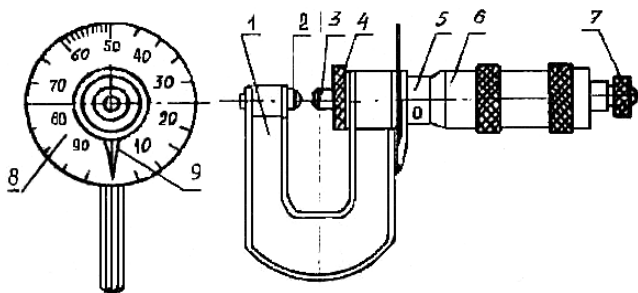


Рисунок 4 – Микрометр типа МЛ.

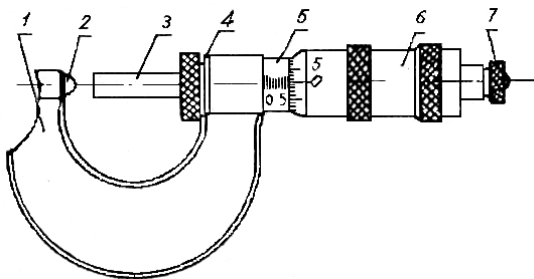


Рисунок 5 – Микрометр типа МТ.

Обозначения на рисунках соответствуют обозначениям на рисунке 2, за исключением поз. 8 и 9. Деталь 8 указывает круговую шкалу, разделенную на 100 делений и указатель 9, указывающий толщину измеряемых листов.

2.2.2. Устройство микрометрического глубиномера

Конструкция микрометрического глубиномера показана на рисунке 6. Основным элементом является основание 1, нижняя поверхность которого служит рабочей поверхностью измерений. В верхнюю поверхность основания 1 запрессован стебель 2. Конструкция барабана 4, микрометрического винта 5, корпуса трещотки 6 и трещотки 7 аналогична конструкции соответствующих деталей и сборочных единиц гладкого микрометра, за исключением разметки основной шкалы стебля 2. Если на стебле гладкого микрометра отсчет показаний выполняется слева направо, то на стебле Микрометрического глубиномера – справа налево.

В нижней части микрометрического винта 5 имеется отверстие, в которое устанавливаются сменные измерительные стержни 3 разрезными пружинными концами. Настройка инструмента осуществляется по установочным мерам 9. Ход винта микрометрической головки составляет, как и у микрометров, 25 мм. Сменные измерительные стержни глубиномеров позволяют производить измерения в пределах 0–25, 25–50, ...до 125–150 мм.

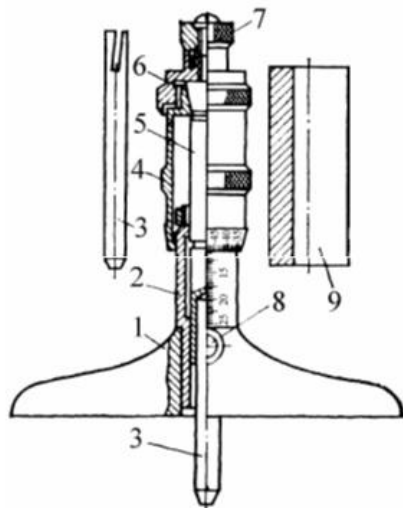


Рисунок 6 – Микрометрический глубиномер: 1 – основание;
2 – стержень; 3 – сменные измерительные стержни; 4 – барабан;
5 – микрометрический винт; 6 – корпус трещотки; 7 – трещотка;
8 – стопор; 9 – установочная мера.

2.2.3. Устройство микрометрического нутромера

Микрометрический нутромер состоит из микрометрической головки 3, комплекта удлинителей 2 и измерительных наконечников 1 (рисунок 7). На удлинителях размером 300 мм и более предусмотрены теплоизолирующие накладки 6. В комплект нутромера входит установочная мера 4.

Микрометрическая головка нутромера (рисунок 8, а) состоит из стебля 3, в который запрессован наконечник 1. На цилиндрическую часть стебля запрессована гильза 6 с продольной (основной) шкалой. Левая часть отверстия в стебле служит гладкой направляющей для цилиндрического хвостовика микрометрического винта 5, перемещающегося в резьбовой части стебля микрометрической гайки. Зазоры в микрометрической паре регулируются в результате навинчивания регулировочной гайки 8 на разрезную часть стебля, имеющую наружную ко-

ническую резьбу. Барабан 7 устанавливается на цилиндрическую часть микрометрического винта 5 до упора в буртик (с правой стороны) и соединяется с винтом затяжной гайкой 9. Измерительные поверхности микрометрического винта 10 и измерительного наконечника 1 – сферические. На конусе барабана 7 нанесена круговая шкала 11. Стопор фиксирует микрометрический винт в требуемом положении.

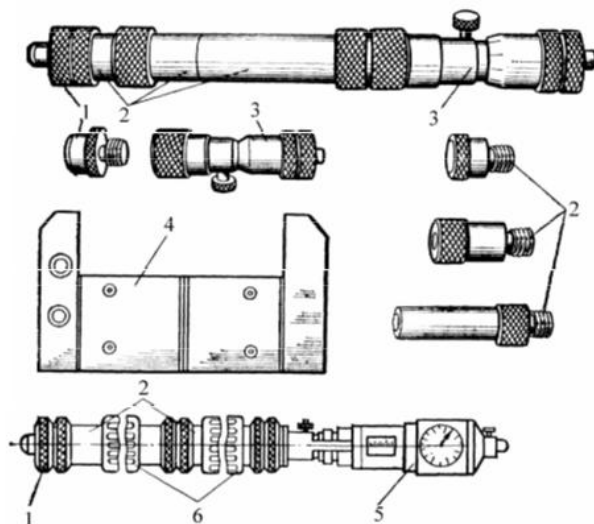


Рисунок 7 – Микрометрические нутромеры:

- 1 – наконечник; 2 – удлинитель; 3 – микрометрическая головка;
4 – мера установочная; 5 – головка микрометрическая; 6 – гильза.

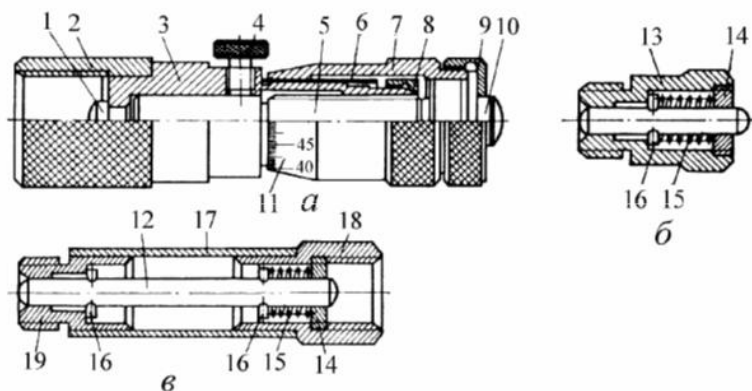


Рисунок 8 – Конструкция микрометрической головки нутромера (а), защитного наконечника (б), удлинителя (в): 1 – измерительный наконечник; 2 – муфта; 3 – стебель; 4 – стопор; 5 – микрометрический винт; 6 – гильза; 7 – барабан; 8 – регулировочная гайка; 9 – затяжная гайка; 10 – микрометрический винт; 11 – круговая шкала; 12 – стержень; 13 – корпус; 14 – гайка; 15 – пружина; 16 – штифт; 17 – трубка; 18 – муфта с внутренней резьбой; 19 – муфта с наружной резьбой.

Измерительный наконечник (см. рисунок 8, а) представляет собой стержень 12 со сферическими измерительными поверхностями, заключенными в корпус 13. Пружина 15 отжимает стержень внутрь корпуса. Штифт 16 и гайка 14 предохраняют стержень от выпадения из корпуса.

Удлинитель (рисунок 8, в) – стержень 12 со сферическими измерительными поверхностями, находящийся в трубке 17. На концах трубки посажены муфты с наружной 19 и внутренней 18 резьбой. Пружина 15 отжимает стержень внутрь трубки, благодаря чему его измерительные поверхности защищаются от повреждения. Штифты 16 и гайка 14 предохраняют стержень от выпадения из трубки.

При свинчивании удлинителя с микрометрической головкой наконечник головки выталкивает стержень из муфты. При этом измерительные поверхности удлинителя и микрометрической головки соприкасаются под постоянным усилием, зависящим от жесткости пружины.

жины. Поскольку микрометрической головки с удлинителем и удлинителей между собой происходит по сферическим поверхностям, неточности резьбы, по которым происходит соединение, не влияют на результаты измерений.

2.3. Подготовка и проведение измерений микрометрическим инструментом

2.3.1. Подготовка и проведение измерений микрометрами гладкими

Перед началом практической работы необходимо проверить плавность хода микрометрического винта (перемещение должно быть плавным и без заедания). Затем проверяется установка микрометра на нуль. Для микрометра с пределами измерения от 0 до 25 мм, проверка производится на нулевом делении, для микрометра с пределами измерения 26–50 мм на делении 25 мм и т. д.

У микрометра с пределами измерений 0–25 мм, осторожно вращая винт за трещотку, приводят в соприкосновение измерительные поверхности торцов микровинта 3 и пятки 2 (рисунок 2).

У микрометра с пределами измерения 25–50 мм торцы микровинта и пятки приводят в соприкосновение, со специальной цилиндрической установочной мерой (рисунок 3).

При соприкосновении скошенный край барабана должен установиться так, чтобы штрих начального деления основной миллиметровой шкалы (0 или 25, или 50 и т. д.) был полностью виден, а нулевое деление шкалы барабана 6 должно остановиться против большого продольного штриха на стебле 5.

Если микрометр установлен неправильно, следует изменить положение барабана 6 на стебле 5 (рисунок 2). Для этого, закрепив стопорным устройством 4 микровинт, придерживая левой рукой за накатной выступ 8 корпус барабана и вращая правой рукой гайку 9 (являющуюся также корпусом трещотки 7), освобождают корпус барабана. Затем, повернув свободно сидящий на стебле корпус барабана так, чтобы нулевое положение восстановилось, и, придерживая корпус барабана за выступ 8, снова барабан закрепляют гайкой 9.

Следует иметь в виду, что при затягивании гайки нулевая установка снова может нарушиться, поэтому необходимо снова проверить ее и в случае необходимости исправить. Для проведения измерений отводят измерительную, поверхность микровинта путем вращения за трещотку на необходимое расстояние, затем между измерительными поверхностями микровинта и пятки помещают измеряемый объект снова вращая микровинт (обязательно за трещотку), зажимают его между измерительными плоскостями и делают отсчет (рисунок 9).

Микрометр с верхним пределом диапазона измерений свыше 300 мм перед проверкой нулевого показания устанавливается в необходимое положение переставной пяткой, причем в случае использования первой и третьей четвертей пределов измерений микрометра, установка на нуль производится по конечному штриху шкалы стебля, а при использовании второй и четвертой – по начальному штриху.

Для установки переставной пятки нулевой штрих барабана микрометра совмещается с соответствующим штрихом шкалы стебля; микрометрический винт закрепляется стопором; установочная мера помещается между измерительными поверхностями микрометрического винта и пяткой.

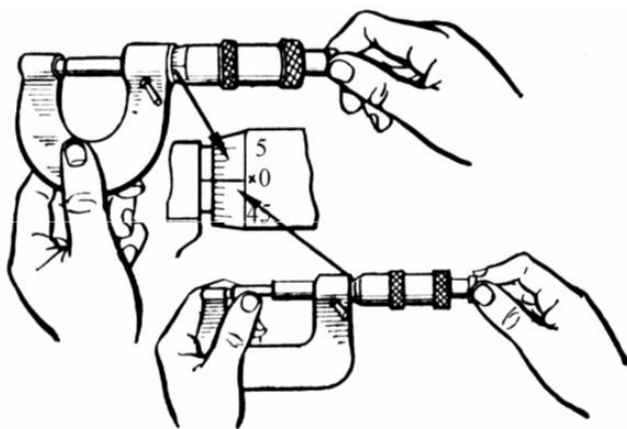


Рисунок 9 – Проверка нулевого показания микрометра.

При проверке нулевого показания необходимо следить за тем, чтобы установочная мера была зажата между измерительными поверхностями без перекоса; торцевые поверхности установочной меры должны быть протерты чистой мягкой салфеткой.

Если при настройке на нуль показания микрометра неправильны (нулевой штрих барабана не совпадает с продольным штрихом стебля), его можно отрегулировать двумя способами в зависимости от конструкции инструмента:

1. Следует закрепить стопором микрометрический винт, приведенный в соприкосновение с установочной мерой под воздействием трещотки (рисунок 10, а), придерживая левой рукой барабан, разъединить его с микрометрическим винтом (рисунок 10, б) и отвернуть корпус трещотки на $1/3 - 1/2$ оборота (не следует отворачивать корпус совсем), а у микрометров с конусной посадочной поверхностью для барабана отжать его по оси микрометрического винта; поворотом барабана нулевой штрих круговой шкалы совместить с продольным штрихом стебля (рисунок 10, в), при этом начальный штрих шкалы стебля должен быть виден целиком, но расстояние от торца конической части барабана до ближайшего края штриха не должно превышать 0,15 мм. После этого барабан закрепляется завинчиванием корпуса трещотки, стопор отжимается и производится проверка нулевого показания. При необходимости регулировка повторяется.

2. Привести в соприкосновение измерительные поверхности пятки и микрометрического винта между собой (при пределах измерений 0–25 мм) или с рабочими поверхностями установочной меры (при пределах измерений 50 мм и более) под воздействием трещотки и закрепить микрометрический винт стопорным винтом. Отвернув отверткой (ключом) регулировочный винт барабана, правой рукой подвести нулевое деление круговой шкалы барабана к нулевому делению продольной шкалы стебля и совместить их. После чего отверткой (ключом) завернуть регулировочный винт барабана до упора. Отвернув стопорный винт микрометрического винта, снять установочную меру и проверить нулевое показание. При необходимости регулировку повторить.

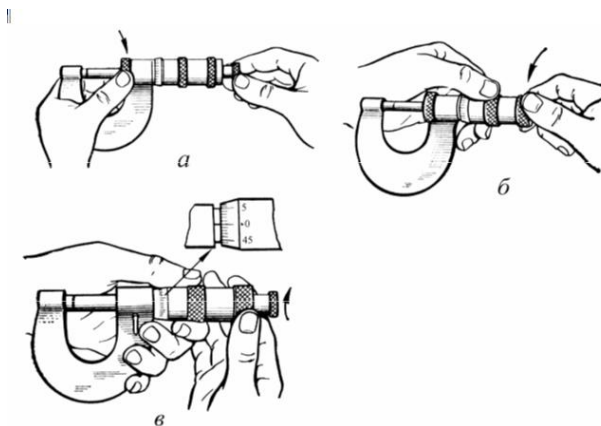


Рисунок 10 – Установка микрометра в нулевое положение.

Последовательность действий при измерении.

Микрометр следует взять за скобу левой рукой и, вращая правой рукой барабан против часовой стрелки, развести измерительные поверхности пятки и микрометрического винта на размер немного больше, чем размер измеряемой детали. Затем поместить деталь между измерительными поверхностями, слегка прижать пятку к измеряемой поверхности и, плавно вращая трещотку большим и указательным пальцами правой руки по часовой стрелке, довести микрометрический винт до соприкосновения с измеряемой деталью пока послышится характерный звук пощелкивания механизма трещотки (3–4 щелчка). Проверить покачиванием правильное положение измерительных поверхностей инструмента относительно детали (отсутствие перекоса), зафиксировать положение микрометрического винта стопором и прочесть показание микрометра.

Приемы измерений.

При измерении микрометром деталей, закрепленных на станке, в приспособлении, в тисках или же установленных в призме, на столе, следует найти наиболее удобное положение для измерения. Важно, чтобы при зажатии измерительными поверхностями инструмента деталь не сдвигалась. Микрометр следует держать свободно, без напряжения в руках и таким образом, чтобы не было перекоса измерительных поверхностей инструмента по отношению к измеряемым поверх-

ностям детали. При этом следует стремиться к тому, чтобы шкала стебля была со стороны измеряющего, т. е. инструмент устанавливать на детали так, чтобы хорошо была видна шкала и отсчет можно было сделать, не снимая микрометр с детали.

Если при измерении конфигурация детали не позволяет прочесть показания по инструменту, установленному на детали, то необходимо закрепить стопором микрометрический винт в момент начала его контакта с измеряемой деталью, осторожно снять микрометр и затем определить показания. Микрометр при этом следует держать только за скобу.

На рисунке 11 показаны правильные приемы измерения микрометром различных деталей. При измерениях деталей, закрепленных в приспособлениях или установленных на призме, при горизонтальном положении оси микрометра (рисунок 11, а, б, г) левой рукой поддерживают скобу посередине, слегка прижимая пятку к измеряемой поверхности.

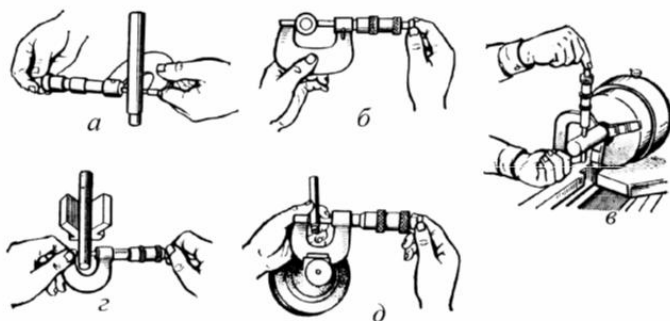


Рисунок 11 – Приемы правильного измерения микрометром деталей.

В случае измерения деталей при вертикальном положении оси микрометра (рисунок 11, в) левая рука должна поддерживать скобу снизу около пятки, чтобы масса микрометра воспринималась этой рукой, и слегка прижимать пятку к измеряемой поверхности детали.

При измерениях микрометром, закрепленном в стойке (рисунок 11, д), левая рука должна находиться за скобой и захватывать деталь недалеко от микрометрического винта, слегка прижимая деталь к пятке. Такой прием измерения рекомендуется для деталей малых разме-

ров. Скобу микрометра рекомендуется закреплять в стойке под углом $40-45^\circ$, так как это положение обеспечивает хорошую видимость шкалы стебля и удобство отсчета показаний.

При измерении незакрепленных деталей их лучше всего устанавливать на какое-либо основание. Цилиндрические детали рекомендуется укладывать на призму (рисунок 11, з).

Отсчет показаний.

При отсчете показаний микрометр необходимо держать прямо перед глазами, чтобы избежать искажений результатов измерений.

Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из двух шкал (рисунок 12). Продольная шкала имеет два ряда штрихов 2 с интервалом 1 мм, расположенных по обе стороны горизонтальной линии 1 и смещенных относительно друг друга на 0.5 мм. Таким образом, оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0.5 мм.

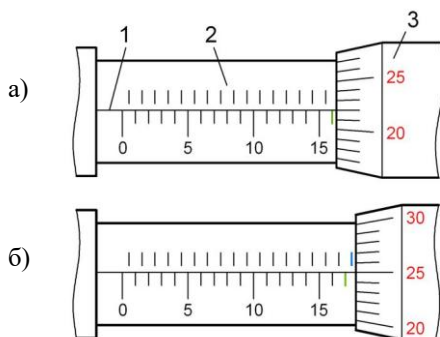


Рисунок 12 – Отсчет показаний микрометра
а) по основной шкале; б) по смещенной на 0,5 мм шкале.

Микровинт связан с барабаном 3, который на конусном конце имеет круговую шкалу с числом делений $n=50$. Учитывая, что шаг резьбы винтовой пары $S=0,5$ мм, цена деления круговой шкалы (нониуса) микрометра "С" равна: $C = S / n = 0,5 / 50 = 0,01$ мм.

Отсчет показаний производится следующим образом. Число целых и половин миллиметров отсчитывается по основной шкале на стебле краем скоса барабана. Номер деления шкалы барабана, располагающегося против продольного штриха стебля, определяет число

сотых и десятых долей миллиметра. Показания основной шкалы и шкалы барабана суммируются. Особого внимания требует отсчет размеров, в которых число сотых близко к 0 или 50. В итоге неправильного отсчета ошибка составляет полмиллиметра.

Размер измеряемой детали с точностью до 0,5 мм отсчитывают по шкале стебля указателем, которым является скошенный край барабана. Сотые доли миллиметра отсчитывают по круговой шкале барабана, указателем которой является продольный штрих 1 на стебле микрометра. Например, отсчет показаний микрометра по рисунку 11:

а) $16 \text{ мм} + 0,22 \text{ мм} = 16,22 \text{ мм};$

б) $17 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм} + 0,27 \text{ мм} = 17,77 \text{ мм}$

Полные обороты винта отсчитываются по полумиллиметровой шкале барабана, имеющей 50 делений (цена деления шкалы барабана – 0,01 мм). При сомкнутых измерительных торцевых плоскостях пятки и микрометрического винта нулевой штрих шкалы барабана должен точно совпадать с продольным штрихом на стебле.

2.3.2. Подготовка и проведение измерений микрометрическим глубиномером

При проверке нулевого показания (предел измерения прибора 0–25 мм) основание глубиномера необходимо плотно прижать к плоскости поверочной плиты (рисунок 13, а) или (верхний предел измерения 50 мм и более) к опорной плоскости установленной меры, находящейся на поверочной плите (рисунок 13, б). Вращением микрометрического винта за трещотку торец измерительного 29 стержня доводится до контакта с плоскостью поверочной плиты. Размеры установочных мер: 25, 75 и 125 мм.

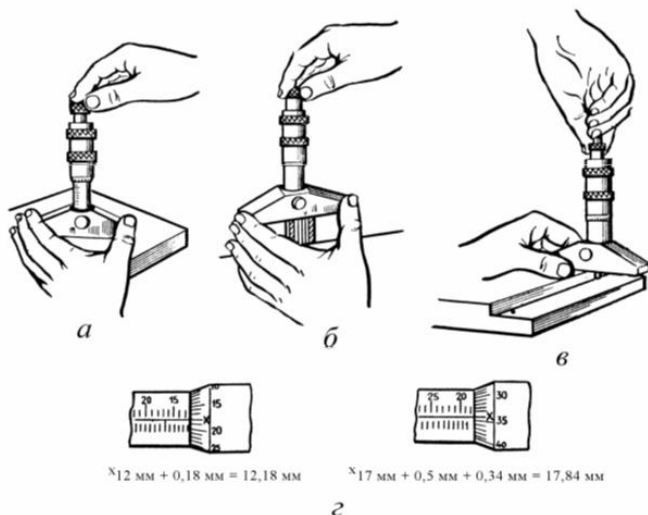


Рисунок 13 – Проверка нулевого показания микрометрического глубиномера (а, б), измерение (в) и примеры отсчета показаний (г).

Совмещение нулевого штриха круговой шкалы на барабане с продольным штрихом стебля производится, как и у гладкого микрометра. При измерении основание глубиномера прижимается левой рукой к верхней поверхности детали (рисунок 13, в), а правой рукой с помощью трещотки доводится измерительный стержень до соприкосновения с другой поверхностью детали. Микрометрический винт вращается трещоткой, пока она не сделает 3–4 щелчка. После этого следует закрепить микрометрический винт стопором и прочесть показания. При отсчете показаний необходимо иметь в виду, что у глубиномера по сравнению с микрометром цифры на шкале стебля и барабана указаны в обратном порядке, на стебле цифры увеличиваются справа налево, т. е. по направлению к основанию, а на барабане – по часовой стрелке (рисунок 13, г).

2.3.3. Подготовка и проведение измерений микрометрическим нутромером

Правильность нулевого показания проверяется по установочной мере – скобе или по блоку концевых мер с боковичками (рисунок 14).

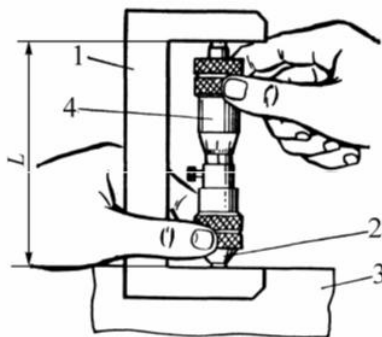


Рисунок 14 – Проверка нулевого показания микрометрического нутромера.

Для проверки установочная мера 1 устанавливается винтом вертикально к стене футляра. Микрометрическая головка 4 соединяется с измерительным наконечником 2. Собранный нутромер для проверки нулевой установки помещается между измерительными поверхностями установочной меры. Прижимая измерительный стержень наконечника левой рукой к нижней рабочей поверхности меры, правой рукой покачивая верхнюю часть микрометрической головки и одновременно вращая барабан, необходимо довести микрометрический винт до соприкосновения со второй измерительной поверхностью меры, найдя при этом кратчайшее расстояние между губками установочной меры. Измерительные поверхности должны при прекращении вращения барабана с небольшим трением касаться рабочих поверхностей меры. При этом нулевой штрих барабана должен совпадать с продольным штрихом стебля и отстоять от его края не более чем на 0,1 мм. Если штрихи не совпадают, то микрометрическую головку следует отрегулировать так же, как у гладкого микрометра.

После установки микрометрической головки с наконечником на нуль вывернуть наконечник из муфты микрометрической головки, соединить подобранные удлинители с микрометрической головкой и наконечником. Для выбора удлинителей от проверяемого размера отнимается нужный предел измерения микрометрической головки с наконечником. Затем выбираются удлинители по размерам с таким расчетом, чтобы их количество было наименьшим (от большего к меньшему). Сумма нижнего предела измерения микрометрической головки с наконечником и удлинителей должна быть меньше требуемого размера, но не более чем на разность между пределами измерения микрометрической головки.

При соединении удлинителей следует к микрометрической головке присоединить самый длинный, а к нему в убывающем порядке – остальные. Такая последовательность соединения дает минимальное отклонение оси от набора и поэтому наименьшую погрешность измерения. При соединении отдельных деталей и сборочных единиц нутромера необходимо плотно затягивать контактные торцы, не допуская их перемещения друг относительно друга.

Измерение диаметра отверстия нутромером выполняется следующим образом. Нутромер ориентировочно устанавливается на заданный размер и вводится в отверстие. Установив и зажав один наконечник нутромера левой рукой, добиваются соприкосновения второго измерительного наконечника с противоположной точкой отверстия. Правильное положение нутромера находится путем легкого покачивания в поперечном и осевом направлениях одновременно с вращением барабана (рисунок 15) при контактировании измерительных поверхностей и детали с небольшим трением без нажима.

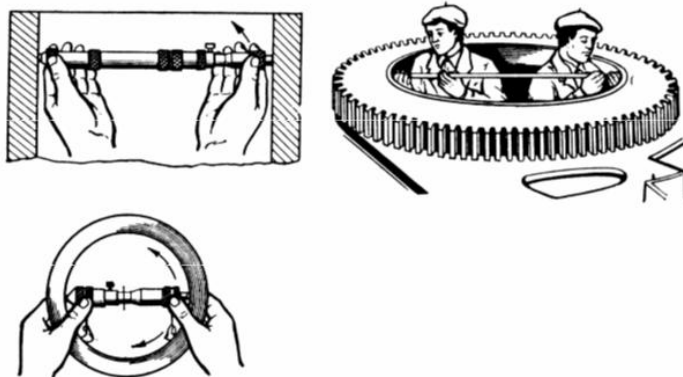


Рисунок 15 – Приемы измерения отверстий микрометрическим нутромером.

Как только пальцы начинают скользить по накатке барабана, вращение необходимо прекратить. Центр качания должен располагаться в точке качания сферической измерительной поверхности стержня наконечника с поверхностью детали.

При измерении цилиндрического отверстия линия измерения должна быть наибольшим размером в плоскости, перпендикулярной к оси отверстия, и наименьшим – в плоскости, проходящей через ось.

При измерении расстояния между параллельными плоскостями правильное положение измерительных поверхностей (без перекоса) соответствует наименьшему показанию.

Показания микрометрического нутромера читаются так: к наименьшему предельному размеру микрометрической головки прибавляются показания на стебле (целые миллиметры отсчитывают краем скоса барабана по верхней шкале стебля, полумиллиметры – по нижней), затем показания круговой шкалы (по порядковому номеру штриха барабана, совпадающего с продольным штрихом стебля) и размеры удлинителей (рисунок 16).

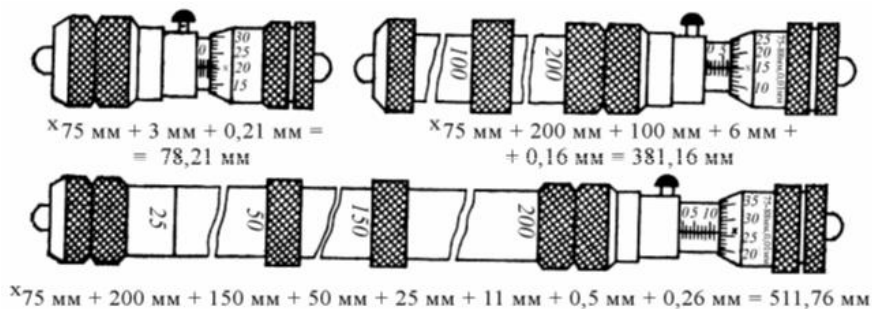


Рисунок 16 – Отсчет показаний на микрометрическом нутромере.

2.4. Порядок выполнения работы

1. Получить у преподавателя детали для проведения измерений диаметра и дефектов изготовления и эксплуатации – впускные клапаны двигателей СМД-14 и СМД-7.
2. В отчете по практической работе изобразить эскизы полученных деталей.
3. Измерьте микрометром МК25 диаметры стержней каждого клапана в направлениях X и Y в трех точках (А, В, и С) как показано на рисунке 17 и записать полученные данные в отчет по практической работе.
4. По данным измерений определяются величины:
 - а) отклонение от круглости, которое определяется путем как разность между наибольшим и наименьшим диаметрами стержня в точках А, В и С в направлениях X и Y, деленная на 2.

$$\Delta = (d_{\text{действ. max}} - d_{\text{действ. min}}) \cdot \frac{1}{2}$$

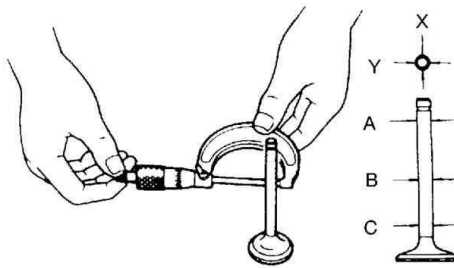


Рисунок 17 – Измение микрометром МК25 диаметра стержня клапана.

б) отклонений профиля продольного сечения, частными видами из которых является конусообразность, бочкообразность, и седлообразность.

Конусообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны, но не параллельны.

Бочкообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры увеличиваются от краев к середине сечения.

Седлообразность – отклонение профиля продольного сечения, при котором образующие не прямолинейны и диаметры уменьшаются от краев к середине сечения.

Отклонение профиля продольного сечения также определяется по формуле

$$\Delta = (d_{\text{действ. max}} - d_{\text{действ. min}}) \cdot \frac{1}{2}$$

5. Сделать вывод о пригодности деталей к дальнейшей эксплуатации или восстановлению.

5.1. Дефекты, при которых клапаны подлежат восстановлению:

- 1) износ рабочей фаски. Высота цилиндрической кромки должна быть не менее 0,5 мм;
- 2) износ торца стержня до длины не менее 156,5 мм;
- 3) износ поверхности стержня до диаметра не менее 10,69 мм у впускного и 10,64 у выпускного;

4) изгиб стержня не более 0,05 мм на длине 100 мм;

5) износ поверхности выточки под сухарики.

5.2. Клапаны двигателей СМД выбраковывают при:

1) диаметре стержня клапана менее 10,69 мм у впускного и 10,64 мм у выпускного клапанов;

2) высоте цилиндрического пояса тарелки менее 0,5 мм;

3) подгорании тарелок клапанов;

4) изгибе стержня более 0,05 мм;

5) наличии усталостных трещин.

6. Определить абсолютную и относительную погрешности измеряемых размеров и занести их в протокол измерений.

7. Занести в отчет по практической работе основные метрологические характеристики инструментов, используемых при измерениях.

8. Сделать заключение о выполненной работе.

9. Предъявить полностью оформленный отчет по практической работе преподавателю для проверки и защиты.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое средство измерения?

2. Для какого метода измерения предназначены микрометрические инструменты?

3. Объясните устройство и принцип работы:

- микрометра гладкого;
- глубиномера микрометрического;
- нутромера микрометрического.

4. Описать устройство нониуса микрометра.

5. Классификация микрометров

6. Как установить микрометр на нуль? Зачем производят установку микрометра на нуль?

7. На каком принципе основано устройство микрометрических инструментов?

8. Охарактеризуйте понятия:

- диапазон измерений инструмента;
- длина деления шкалы;
- цена деления шкалы.

9. Как проверить и отрегулировать микрометр, глубиномер микрометрический нутромер микрометрический?
10. Как правильно измерить диаметр отверстия микрометрическим нутромером?
11. Чем создается измерительное усилие в микрометрических инструментах? Какова его величина?
12. Можно ли проводить замеры микрометрическими инструментами при отказе трещотки?

ЛИТЕРАТУРА

1. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
2. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102.
3. ГОСТ 6507-90 (СТ СЭВ 344-76 – СТ СЭВ 352-76). Микрометры с ценой деления 0,01 мм. Технические условия.
4. ГОСТ 4380-93 Микрометры со вставками. Технические условия.
5. ГОСТ 10387-81 Приборы для измерения цилиндрических мелко модульных зубчатых колес. Типы и основные параметры. Нормы точности.
6. ГОСТ 4381-87 Микрометры рычажные. Общие технические условия.
7. ГОСТ 7470-92 Глубиномеры микрометрические. Технические условия.
8. ГОСТ 10-88 Нутромеры микрометрические. Технические условия.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Характеристики микрометрических инструментов

Инструменты	Тип	Пределы измерений, мм	Пределы измерений по шкале отсчетного устройства	Предел допускаемой погрешности показаний,	Измерительное усилие, Н	Назначения
1	2	3	4	5	6	7
<i>Микрометры:</i>						
гладкие	МК	0–25;	0–25	±0,004	7 ± 2	измерение наружных размеров
		25–50; 50–75; 75–100				
		100–125; 125–150; 150–175; 175–200		±0,005		
		200–225; 225–250; 250–275; 275–300		±0,006		
		300–400; 400–500		±0,008		
		500–600		±0,010		

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7
Гладкие с плоскими вставками	МВП	0–25	0–25	$\pm 0,005$	7 ± 2	Измерение наружных размеров деталей из мягких материалов – кожи, пластмас- сы, картона
Листовые с цифер- блатом	МЛ	0–5; 0–10; 0–25	0–5; 0–10; 0–25	$\pm 0,004$	5 ± 2	Измерение толщины листового материала
настольные горизон- тальные и верти- кальные	МГ; МВ	0–20; 0–10	0–10	$\pm 0,003$	5 ± 2	Измере- ние на- ружных размеров неболь- ших дета- лей в прибо- рострой- тельной и часовой промыш- ленностях
настольные со стре- лочным отсчетным устройст- вом	МН-1	0–10	$\pm 0,05$	$\pm 0,002$	$0,5 \pm 0,2$	То же
	МН-2				$2 \pm 0,5$	

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	
рычажные со встроенным в корпус отсчетным устройством	МР	0–25; 25–50; 50–75; 75–100	±0,14	±0,003	6 ± 1	Измерение наружных размеров до 100 мм	
рычажные, оснащенные отсчетным устройством устройством	МРИ	10–125; 125–150; 150–200	±0,1	±0,005	8 ± 2	Измерение наружных размеров свыше 100 до 2000 мм	
		200–250; 250–300; 300–400		±0,006			
		400	3	±0,007			10 ± 2
		300		±0,007			
		400		±0,008			
		500		±0,010			
		600	5	±0,012			
		700		±0,014			
		800		±0,016			
		900		±0,018			
		1000	10	±0,020			
		1200		±0,025			
		1400		±0,028			
		1600		±0,032			
		1800		±0,036			

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7
трубные	МТ	0–25	0–25	$\pm 0,004$	5 ± 2	Измерение толщины стенок труб с внутренним диаметром от 12 мм
зубомерные	МЗ	0–25; 25–50; 50–75; 75–100	0–25	$\pm 0,005$	5 ± 2	Контроль длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм
резьбовые со вставками	МВМ	0–25; 25–50	0–25	$\pm 0,015$	7 ± 2	Измерение среднего диаметра метрических (диапазон шагов 0,4–6 мм) и дюймовых (3–28 ниток на 1") резьб
		50–75; 75–100		$\pm 0,020$		
		100–125; 125–150; 150–175; 175–200		$\pm 0,025$		
		200–225; 225–250; 250–275; 275–300; 300–325; 325–350		$\pm 0,035$		

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7	
	МВТ	0–20	0–20	±0,015	7 ± 2	Измерение среднего диаметра трапецеи- дальных резьб (диапазон шагов 2– 12 мм)	
		20–45	0–25	±0,020			
		45–70; 70–95					±0,025
		95–120; 120–145; 145–170; 170–195		±0,035			
		195–220; 220–245; 245–270; 270–295; 295–320; 320–345					
Микрометри- ческие глубиноме- ры	ГМ	0–100	0–25	±0,005	5 ± 2	Измерение глубины па- зов и кана- вок, высоты уступов	
		0–150		0,006			

Продолжение приложения

1	2	3	4	5	6	7
Микрометрические нутромеры	НМ	50–75; 75–175; 75–600	0–13	$\pm 0,004$ (от 50 до 125);	—	Измерение внутренних размеров
		150–1250; 600–2500	0–25	$\pm 0,006$ (от 125 до 200); $\pm 0,008$ (от 200 до 325); $\pm 0,01$ (от 325 до 500); $\pm 0,015$ (от 500 до 800); $\pm 0,02$ (от 800 до 1250);		
	НМИ	1250–4000		$\pm (0,025 - 0,060)$		
		2500–6000		$\pm (0,05 - 0,09)$		

Примечание. Цена деления микрометрических приборов типов МН-1 и МН-2 составляет 0,001 мм, МР и МРИ (с пределами измерения до 500 мм) – 0,002 мм, остальных – 0,01 мм.

Составитель
Леонид Федорович Кожухов

Рецензент
Игорь Викторович Мирошин

ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Методические указания к практическим занятиям
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»
для студентов СПО всех специальностей

Электронный ресурс

Сверстано в филиале КузГТУ в г. Прокопьевске.
653039, г. Прокопьевск, ул. Ноградская, 19а.

Заказ 313.