

Министерство народного образования БССР
МИНСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра метрологии и стандартизации

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе Т.1А
ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ДЕТАЛЕЙ

для студентов электрорадиотехнических
специальностей

Минск 1989

Методические указания к лабораторной работе Т.1А "Измерение геометрических параметров деталей" для студентов электротехнических специальностей содержат цель работы, краткие сведения из теории, перечень инструментов, используемых при выполнении работы, описание объектов измерения, лабораторное задание и рекомендации по его выполнению, а также указания по оформлению отчета, контрольные вопросы и список рекомендуемой литературы. В них рассмотрены методы и инструменты для измерения геометрических параметров деталей, а также методики практического измерения этих параметров и использования соответствующих измерительных инструментов.

Ил.15, табл. 5, список лит. - 10 назв.

Составитель А.М.Кострикин

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1. Изучить классификацию размеров, отклонений, систему допусков деталей и посадок гладких соединений.

1.2. Изучить систему допусков на угловые размеры.

1.3. Изучить методику выбора методов и средств измерений геометрических параметров деталей и угловых размеров.

1.4. Изучить методы измерения геометрических параметров деталей и угловых размеров.

1.5. Изучить назначение, конструкции и области применения штангенинструментов, микрометрических инструментов, инструментов на основе измерительных головок с различными типами передач и приобрести практические навыки работы с ними.

1.6. Изучить конструкцию нониусных инструментов для измерения угловых размеров и приобрести практические навыки в работе с ними.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

2.1. Общие сведения о размерах и посадках

Количественно геометрические параметры деталей оцениваются посредством размеров. Размер – это числовое значение линейной величины (диаметра, длины, высоты и т.п.). Различают номинальные, действительные и предельные размеры.

Номинальный размер – это размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяют предельные размеры. Он получается из кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбирается из конструктивных, технологических или других требований. Для деталей, составляющих соединение, номинальный размер является общим.

Действительный размер – размер, установленный в результате измерения с погрешностью, не превышающей допустимую.

Предельные размеры – это два предельно допустимых размера (наибольший и наименьший), между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Они устанавливают допустимую неточность изготовления деталей и требуемый характер их соединения.

Для удобства при задании допусков на чертежах используются не предельные размеры, а предельные отклонения. Различают предельное и действительное отклонение. Предельное отклонение — это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами. Действительное отклонение — это алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском. Допуска, установленные стандартами (например, СТ СЭВ 145-75), называется допусками системы. Для нормирования требуемых уровней точности установлены качества изготовления деталей. Под качеством понимают совокупность допусков, характеризующихся постоянной относительной точностью (определяемой коэффициентом A) для всех номинальных размеров данного диапазона (например, от 1 до 500 мм). Точность в пределах одного качества зависит от номинального размера. Допуск T для любого качества

$$T = a \cdot i \quad , \quad (1)$$

где i — единица допуска, мкм; a — число единиц допуска, зависящее от качества и не зависящее от номинального размера.

Из формулы (1) следует, что чем больше a , тем больше допуск, и следовательно, меньше точность и наоборот.

Стандартом установлены следующие 19 качества точности, написанные в порядке понижения точности: 01; 0; 1; 2; ... 17. Наибольшее распространение в практике проектирования деталей или соединений нашли качества с 5-го по 17-й. Для размеров до 500 мм единица допуска (в мкм) рассчитывается по формуле

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D \quad , \quad (2)$$

где D — размер, мм (длина, ширина, высота, диаметр и т.п.).

Допуск условно обозначается в виде $\overset{\pm}{IT} X$, где X — порядковый номер качества точности. В табл. I приведено число единиц допуска a для допусков IT5-IT17.

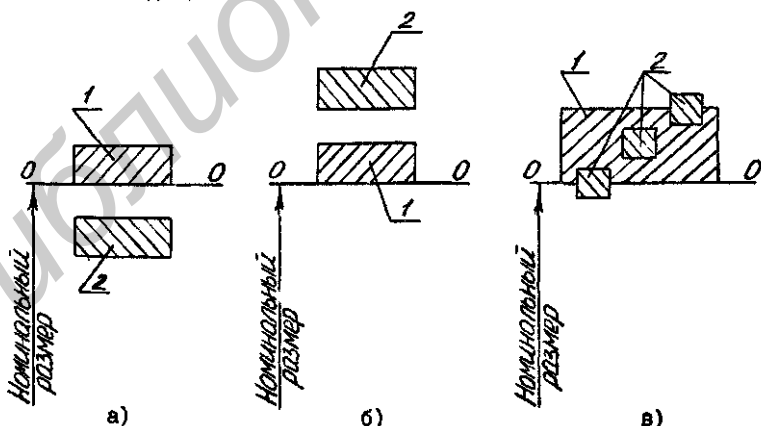
Таблица I

Обозначение допуска	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17
Значение коэффициента α	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

Допуски изображаются графически в виде полей допусков. Стандартом СТ СЭВ 145-75 установлены правила изображения полей деталей и их взаимного расположения. Взаимное расположение полей допусков вала и отверстия характеризует посадку.

Посадка - это характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов. Посадка характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков отверстия или вала различают посадки: с зазором (размер отверстия больше размера вала), с натягом (размер вала больше размера отверстия) и переходные посадки (возможно получение в соединении как зазора, так и натяга). Примеры схем полей допусков для разных посадок в системе отверстия даны на рис. I (рис. I, а - посадка с зазором; рис. I, б - посадка с натягом; рис. I, в - переходные посадки).



I - поле допуска отверстия; 2 - поле допуска вала

Рис. I

Более подробно материал о допусках и посадках, а также о принципах построения систем допусков и посадок на типовые соединения деталей освещен в /I-5/.

2.2. Угловые размеры и допуски на них

С целью ограничения количества применяемых угловых размеров стандартами устанавливаются значения рекомендуемых, так называемых нормальных углов (СТ СЭВ 513-77), которые должны применяться при назначении независимых угловых размеров (т.е. размеров, являющихся исходными при расчетах).

Допуски на угловые размеры задаются СТ СЭВ 178-75, которым предусматриваются 17 степеней точности.

Величина допуска определяется в зависимости от длины меньшей стороны L , образующей угол (рис.2).

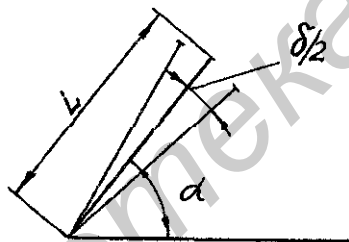


Рис.2

Это объясняется тем, что точность изготовления и измерения угловых размеров понижается с уменьшением длины сторон угла. Допуски на углы в чертежах указывают в виде симметричных предельных отклонений $\pm \delta/2$ (рис.2). Однако, при наличии специальных конструктивных требований допускается и несимметричное расположение предельных отклонений с сохранением величины допуска по стандарту.

2.3. Выбор средств измерений

Правильный выбор средств имеет важное значение для обеспечения требуемой точности измерений. Средства измерений должны

обеспечивать погрешность измерений меньше нормируемой. Допуск размера является определяющим параметром для подсчета допустимой погрешности измерений, которая не должна превышать $1/5-1/3$ допуска на измеряемый (контролируемый) размер (ГОСТ 8.051-81 при измерении линейных размеров до 500 мм).

Каждое средство измерений характеризуется погрешностью, предельное значение которой указано в характеристике этого средства измерений. Выбор средства измерений состоит в сравнении его погрешности с допустимой погрешностью измерения; при этом погрешность средства измерений должна быть меньше или равной допустимой погрешности измерения (при условии, что дополнительными погрешностями из-за отклонений от нормальных условий; из-за неточности базирования изделия на измерительной позиции и. т.п. можно пренебречь).

2.4. Измерение линейных размеров деталей

Для оценки годности детали по линейным размерам необходимо определить их действительные значения, т.е. произвести соответствующие измерения с погрешностью меньше допустимой. Они могут проводиться с помощью штангенинструментов, микрометрических инструментов, инструментов на основе измерительных головок с различными типами передач.

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы и др. Характерным признаком для всего класса этих инструментов является наличие штанги и линейного нониуса. Штангенинструмент имеет две шкалы: одна нанесена на штанге с интервалом деления 1 мм, вторая — на нониусе, по ней отсчитывают десятые и сотые доли миллиметра. Выпускаются штангенинструменты с ценой деления нониуса 0,1 и 0,05 мм. Принцип построения всех нониусных шкал (в том числе и угловых) основывается на отрицательной разности размеров, воспроизводимых, соответственно, двумя соседними рисками нониуса и двумя или через одну рисками основной шкалы.

Простейший нониус с ценой деления 0,1 мм имеет шкалу длиной 9 мм (рис. 3, а), которая разбита на десять равных частей и расстояние между соседними штрихами получается равным $9:10 = 0,9$ мм. Следовательно, интервал деления шкалы нониуса меньше интервала деления шкалы штанги на 0,1 мм. В том случае, когда нулевые де-

ления шкал штанги и нониуса совпадают, первый штрих нониусной шкалы отстает от первого штриха шкалы штанги на 0,1 мм, второй - на 0,2 мм, третий - на 0,3 мм и т.д. Этим и достигается возможность измерения десятых долей миллиметра.

Для определения размера по шкале штангенинструмента нужно отсчитать целое число миллиметров по шкале штанги до места, где остановился нуль нониуса, затем найти штрих нониуса, совпадающий с любым из штрихов штанги. Номер совпавшего штриха нониуса указывает число десятых долей миллиметра в данном размере.

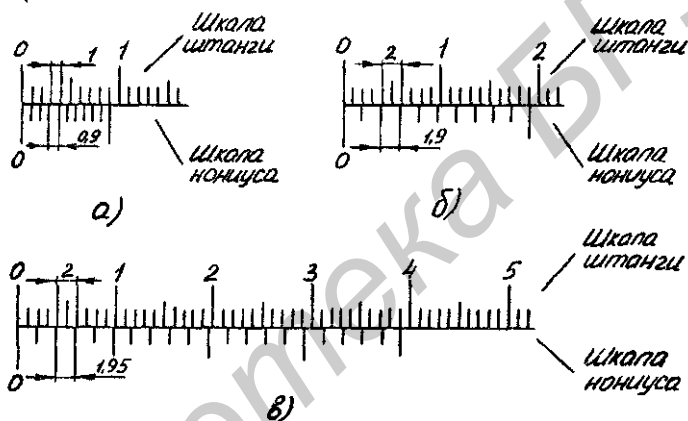


Рис. 3

У большинства штангенинструментов с ценой деления 0,1 мм применяется не простейший, а так называемый растянутый нониус (рис. 3, б), длина шкалы которого равна 19 мм. Интервал деления в данном случае составит $19:10=1,9$ мм, что дает также отставание на 0,1 мм от каждого второго деления штанги. Принцип остается тот же, но деления нониуса расположены реже, и отсчет производить удобнее.

Нониусы с ценой деления 0,05 мм устроены аналогично. Шкала нониуса, имеющая длину 19 мм, делится на 20 частей. В данном случае интервал деления $19:20=0,95$ мм, значит каждый штрих

нониуса отстает от делений штанги на 0,05 мм и для определения числа сотых нужно номер штриха нониуса умножить на 0,05 мм. Чтобы упростить подсчеты, на каждом пятом штрихе нониуса проставляется соответствующая цифра, указывающая сразу число сотых : 25, 50, 75 и т.п. Растянутый нониус для данного случая имеет длину 39 мм (рис.3,в). Интервал деления будет $39:20=1,95$ мм, отставание от каждого второго штриха штанги составляет 0,05 мм.

Назначение, устройство и правила работы с конкретными образцами штангенинструментов описаны в приложениях I, 2 .

В зависимости от характера измеряемых геометрических размеров микрометрические инструменты подразделяются на микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры. Общим для всех микрометрических инструментов является наличие микрометрической головки (рис.4).

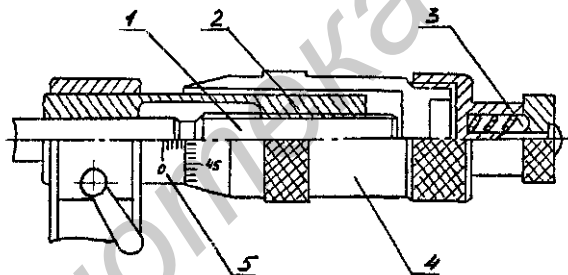


Рис.4

Основными деталями микрометрической головки являются микрометрический винт 1 и микрометрическая гайка 2. На стебле 5 наносится основная шкала с делениями через каждые 0,5 мм, равные шагу резьбы. Для большего удобства штрихи, соответствующие целым миллиметрам или полумиллиметрам, располагаются по разные стороны от продольной риски. Цена деления шкалы барабана 4 с делениями определяется из выражения

$$c = \frac{p}{n} ,$$

где p - шаг винта.

При $p = 0,5$ мм и $n = 50$ $C = 0,01$ мм. Цена деления практически для всех микрометрических инструментов равна $0,01$ мм и она определяет погрешность инструмента. Для определения искомого размера производят отсчет по двум отсчетным устройствам и суммируют их.

Полная длина перемещения микрометрического винта составляет 25 мм. Связано это с тем, что с увеличением пределов измерений необходимо увеличивать длину нарезной части винта. Но так как при изготовлении резьбы допускаются погрешности шага и они суммируются, то при больших длинах нарезной части суммарная погрешность измерений может оказаться большой и превосходить погрешность измерения данного инструмента. Для того, чтобы перекрыть диапазон измеряемых величин, приходится иметь набор микрометров и сменных удлинителей или стержней для нутромера и глубиномера соответственно.

Для создания одинакового измерительного усилителя микрометры и микрометрические глубиномеры снабжены трещеткой 3.

Назначение, устройство и правила работы с конкретными образцами микрометрических инструментов описаны в приложениях 3-5.

Более высокой точностью обладают инструменты на основе измерительных головок, главным образом механических. Измерительные головки используют либо в сочетании со стрижками и штативами, либо как составные части более сложных измерительных приспособлений (рычажных скоб, нутромеров, толщиномеров, стенкомеров, глубиномеров и др.). Наиболее распространенными являются головки и индикаторы, имеющие зубчатую или рычажно-зубчатую повышающие передачи. Выпускаются индикаторы часового типа ИЧ (ГОСТ 577-68) с ценой деления $0,01$ мм и пределами измерений от $0-2$ до $0-25$ мм. Рычажно-зубчатые индикаторы типов ИГ (ГОСТ 18833-73), И МИГ (ГОСТ 9696-82) и ИРБ (ГОСТ 5584-75) выпускаются с ценой деления $0,001$; $0,002$ и $0,01$ м., диапазоном измерения $0,1$; $0,2$; $1,2$ мм.

Рычажной скобой называется измерительный инструмент в виде скобы, имеющий с одной стороны отсчетное устройство, а с другой -

неподвижную переставную пятку. Измерения с помощью рычажных скоб проводят методом сравнения с мерой. Рычажные скобы для измерения наружных размеров до 150 мм имеют встроенное в корпус отсчетное устройство, а для измерения размеров свыше 150 мм - индикатор часового типа. Более подробно о рычажных скобах можно получить представление на примере скобы типа СР (приложение 6).

Если в скобе с одной стороны установлена микрометрическая головка без механизма трещотки, аналогичная микроголовке, а с другой стороны - стрелочное устройство, то такая скоба называется рычажным микрометром. Измерения рычажным микрометром могут осуществляться абсолютным методом или методом сравнения с мерой. Например, серийно выпускаемые микрометры типа МР (ГОСТ 4381-80) с диапазоном измерения 0-25 мм имеют цену деления отсчетного устройства 0,002 мм и диапазон показаний не менее $\pm 0,14$ мм.

Наиболее точными являются приборы с пружинной передачей. Основу этой передачи составляет бронзовая плоская лента 3, завитая от ее середины в разные стороны (рис.5).

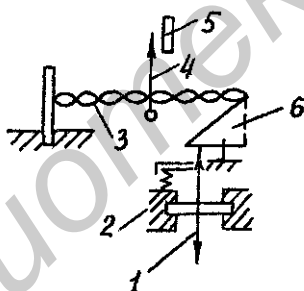


Рис.5

Один конец ленты жестко закреплен, второй присоединен к подвижному угольнику 6. В середине ленты прикреплена либо стрелка 4 (у микрометра), либо зеркальце (у оптиматора). При перемещении измерительного наконечника I, подвешенного на мембранах 2, угольник 6 поворачивается относительно пружинной подвески, растягивает пружинную ленту 3, и последняя, раскручиваясь, перемещает

стрелку или зеркальце. Для отсчета показаний служит шкала 5. У оптикаторов световой пучек проецируется на зеркальце с помощью конденсора. Благодаря дополнительной оптической системе чувствительность оптикатора в 2 раза выше, чем у микратора. Выпускаются измерительные головки пружинные (микраторы) типа ИПП (ГОСТ 6933-81), микаторы типа ИПМ (ГОСТ 14712-79), миникаторы типа ИРП (ГОСТ 14711-69) и оптикаторы (ГОСТ 10598-74) с ценой деления от 0,0001 до 0,01 мм и диапазоном измерений от $\pm 0,004$ до $\pm 0,3$ мм.

Более подробно приборы на основе измерительных головок описаны в /9, 10 /.

2.5. Методы и средства измерения угловых величин

Для контроля годности деталей по угловым размерам могут применяться различные средства угловых измерений. По важнейшему признаку, которым является вид средства измерений, они могут быть классифицированными следующим образом: угловые меры; гониометрические средства измерений углов; тригонометрические средства измерений углов; угломеры.

Угловые меры могут представлять собой угловые плитки, угольники, многогранные призмы, а также конические калибры и шаблоны. Угловые плитки применяются для точных измерений и для поверки и установки угловых инструментов и приборов. Они выпускаются в виде наборов, отличающихся друг от друга числом угловых мер, а также их номинальными значениями. По точности изготовления угловые меры выпускаются 3-х классов: 0; 1 и 2.

Угольники представляют собой угловые меры, воспроизводящие значение угла, равное 90° . Они выпускаются трех классов точности (0, 1 и 2) и служат для контроля прямых углов.

Призматические угловые меры предназначены для поверки и градуировки угломерных приборов и угловых шаблонов, а также для непосредственного контроля углов изделий. Они выпускаются различной конструкции и формы четырех классов точности (00; 0; 1 и 2).

Конические калибры и шаблоны предназначены для массового допускового контроля соответствия контролируемых углов изделий установленным на них допуском. Точность их изготовления и конструкция определяются требованиями к точности контроля этих углов

и конструкцией контролируемого изделия.

К гониометрическим средствам измерения углов относятся приборы и устройства, у которых измеряемый угол сравнивается с соответствующим значением встроенной в прибор угломерной или секторной шкалы. Принцип измерения здесь заключается в последовательной установке каждой из плоскостей, образующих угол, в определенное положение (контролируемое обычно с помощью оптических устройств) и оценке значения измеряемого угла по разности полученных отсчетов. Гониометры выпускаются с одной или двумя отсчетными устройствами. Они применяются для измерения с высокой точностью углов, образованных плоскими поверхностями, способными хорошо отражать световые лучи.

При использовании тригонометрических средств измерений угловой мерой, с которой сравнивают измеряемый угол, является угол прямоугольного треугольника. В процессе измерений две стороны этого угла воспроизводятся или измеряются средствами и методами линейных измерений. Измерение углов в этом случае производится косвенным методом посредством измерения одного катета и гипотенузы (синусный метод) или двух катетов (тангенсный метод) прямоугольного треугольника. С этой целью применяются синусная или тангенсная линейка, а также концевые меры длины.

Приборами массового применения для измерения углов изделий являются угломеры. Угломеры представляют собой устройства, содержащие две шарнирно соединенных друг с другом линейки, одна из которых связана с указателем, другая — с угломерной шкалой, концентричной с осью шарнира линеек. При измерении на каждую сторону измеряемого угла накладывают плоские грани линеек угломера и производят отсчет значения угла по шкале. Для повышения точности отсчета в угломерах применяются угловые нониусы, принцип построения которых аналогичен принципу линейных нониусов штангенинструментов.

Указанные общие принципы измерения в различных угломерах конструктивно реализованы различно. В приложениях 7, 8 приведены описания конструкции, порядок подготовки к работе и методика измерений с помощью двух типов угломеров, используемых при выполнении данной лабораторной работы.

Более подробно вопросы измерения угловых размеров рассмотрены в / 9, 10 /.

3. ИНСТРУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

- 3.1. Штангенциркуль ШЦ-I 0-125 .
- 3.2. Штангенциркуль ШЦ-III 0-160, цена деления нониуса 0,05мм
- 3.3. Штангенглубиномер ШГ 0-200 .
- 3.4. Микрометры МК 0-25 , 25-50, 75-100 .
- 3.5. Микрометрические нутромеры НМ 50-75 ; 75-175 .
- 3.6. Микрометрический глубиномер ГМ 0-75 .
- 3.7. Скоба рычажная СР 0-25 .
- 3.8. Транспортный угломер с нониусом 2 УМ .
- 3.9. Универсальный угломер с нониусом УН .
- 3.10. Линейка с ценой деления 1 мм .
- 3.11. Набор плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД) № 1 .

4. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

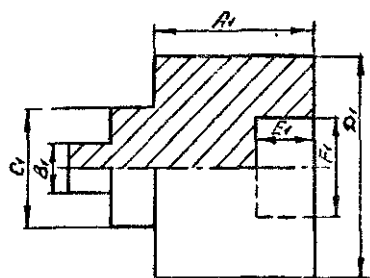
4.1. При измерении линейных размеров используются объекты измерений, чертежи которых приведены на рис.6. Номера объектов измерения и их номинальные размеры с предельными отклонениями приведены в табл.2.

4.2. При измерении угловых размеров используются объекты измерения 1.1-1.5 , 2.1-2.5, 4.1-4.3, 5.1-5.5. Номинальные значения угловых размеров этих объектов приведены в планшете, выдаваемом преподавателем. Для объектов 5.1-5.5 , 4.1-4.3 заданная степень точности изготовления детали 13, а для объектов 1.1-1.5 ; 2.1-2.5 - 15 .

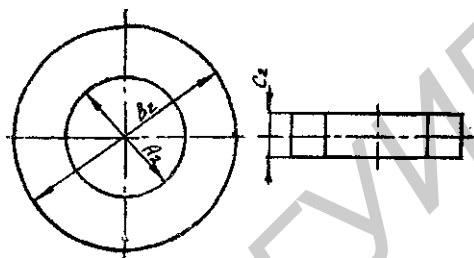
5. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

5.1. По рекомендуемой литературе детально изучить методы и средства измерений геометрических параметров деталей, области их применения.

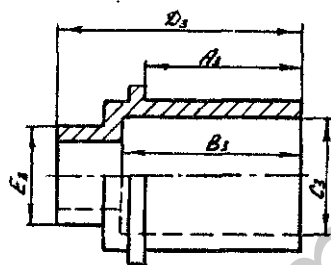
5.2. По приложениям настоящих методических указаний изучить устройство, принцип действия и характеристики инструментов : штангенциркулей, штангенглубиномеров, микрометров, микрометрических нутромеров, микрометрических глубиномеров, рычажных скоб транспортного и универсального угломеров.



Объекты 6.1-6.5
а)

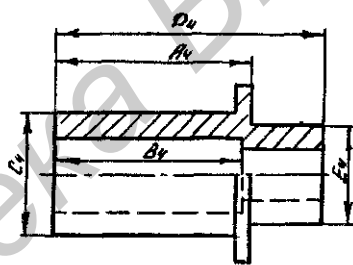


Объекты 7.1-7.5
б)



Объекты 1.11-1.13

в)



Объекты 1.21-1.23

г)

Рис. 6

Номер пункта лабораторного задан.	Номер бригады (вариант)										
	1,11(1)	2,12(2)	3,13(3)	4,14(4)	5,15(5)	6,16(6)	7,17(7)	8,18(8)	9,19(9)	10,20(10)	
	Обозначение объектов измерения, измеряемые размеры, их номинальные значения и предельные отклонения в мм										
6.1	1 21 A4 = =36,0 ^{+1,0}	1 11 B3 = =55,0 ^{±0,06}	1 22 A4 = =36,0 ^{+1,0}	1 12 B3 = =55,0 ^{±0,06}	1 23 A4 = =36,0 ^{+1,0}	1 13 B3 = =55,0 ^{±0,06}	1 21 B4 = =55,0 ^{±0,06}	1 22 B4 = =55,0 ^{±0,06}	1 11 B3 = =55,0 ^{±0,06}	1 23 B4 = =55,0 ^{±0,06}	
	7 1 B2 = =40,0 ^{±0,31}	7 3 B2 = =85,0 ^{±0,27}	7 4 B2 = =95,0 ^{±0,33}	7 5 B2 = =149,0 ^{±0,31}	7 2 B2 = =49,9 ^{±0,31}	1 13 E3 = =35,6 ^{±0,22}	1 21 C4 = =30,2 ^{±0,22}	6 3 B1 = =34,9 ^{±0,31}	6 4 B1 = =60,0 ^{±0,23}	1 23 E4 = =30,1 ^{±0,22}	
	E 1 A1 = =40,5 ^{±0,08}	E 3 C1 = =29,9 ^{±0,065}	E 3 C1 = =29,9 ^{±0,065}	E 4 A1 = =45,0 ^{±0,08}	E 2 C2 = =7,0 ^{±0,06}	E 1 A1 = =40,5 ^{±0,08}	E 2 C2 = =7,0 ^{±0,06}	E 4 B1 = =30,0 ^{±0,065}	E 4 C1 = =35,0 ^{±0,08}	E 5 B1 = =40,2 ^{±0,065}	
	7 1 C2 = =19,9 ^{±0,016}	6 3 B1 = =14,9 ^{±0,013}	6 1 C1 = =10,0 ^{±0,021}	6 2 C1 = =19,9 ^{±0,014}	6 1 C1 = =10,0 ^{±0,021}	6 2 B1 = =9,9 ^{±0,018}	6 2 B1 = =9,9 ^{±0,018}	6 3 B1 = =14,9 ^{±0,013}	7 5 C2 = =15,8 ^{±0,021}	7 4 E2 = =12,0 ^{±0,021}	
	7 1 A2 = =19,4 ^{±0,012}	6 2 F1 = =30,0 ^{±0,065}	6 3 F1 = =35,0 ^{±0,065}	6 4 F1 = =50,1 ^{±0,074}	7 2 A2 = =35,1 ^{±0,062}	E 1 F1 = =25,0 ^{±0,026}	7 2 A2 = =35,1 ^{±0,062}	6 3 F1 = =35,0 ^{±0,065}	6 4 F1 = =50,1 ^{±0,074}	E 5 F1 = =75,0 ^{±0,033}	
	6 5 F1 = =75,0 ^{±0,065}	7 3 A2 = =60,0 ^{±0,065}	7 4 A2 = =85,0 ^{±0,11}	7 5 A2 = =190,0 ^{±0,068}	6 5 F1 = =75,0 ^{±0,065}	7 3 A2 = =60,0 ^{±0,065}	7 4 A2 = =85,0 ^{±0,11}	7 5 A2 = =190,0 ^{±0,068}	7 5 A2 = =190,0 ^{±0,068}	7 4 A2 = =85,0 ^{±0,11}	
	6 1 E1 = =50 ^{±0,075}	6 2 E1 = =15,3 ^{±0,065}	6 3 E1 = =20,2 ^{±0,065}	6 4 E1 = =29,7 ^{±0,065}	6 5 E1 = =40,2 ^{±0,065}	6 1 E1 = =50 ^{±0,075}	6 2 E1 = =15,3 ^{±0,065}	6 3 E1 = =20,2 ^{±0,065}	6 4 E1 = =29,7 ^{±0,065}	6 5 E1 = =40,2 ^{±0,065}	
	1 11 A3 = =26,4 ^{±0,26}	1 21 B4 = =32,1 ^{±0,195}	1 12 A3 = =26,4 ^{±0,26}	1 22 B4 = =32,1 ^{±0,195}	1 13 A3 = =26,4 ^{±0,26}	1 23 B4 = =32,1 ^{±0,195}	1 11 B3 = =32,4 ^{±0,26}	1 12 B3 = =32,4 ^{±0,26}	1 21 B4 = =32,1 ^{±0,195}	1 13 B3 = =32,4 ^{±0,26}	
	6.3	1,1,4 1	12,4 2	13,4 3	1,4,5 1	1,5,5 2	21,5 3	2,2,5 4	23,5 5	2,4,4 1	2,5,4 2

Номер объекта измерения									
Условное обозначение размера									
Номинальный размер, мм									
Предельные отклонения, мм									
Допуск, мм									
Единица допуска, мкм									
Номер качества точности									
Условное обозначение допуска									
Выбранное средство измерения									
Действительный размер, мм									
Действительное отклонение, мм									

5.3. Ответить на контрольные вопросы.

5.4. Сделать заготовку отчета (один на бригаду) по лабораторной работе в соответствии с требованиями настоящих методических указаний.

5.5. Используя данные по линейным размерам объектов измерений, приведенные в табл.2, рассчитать допуски, единицы допусков, номера качеств точности, условное обозначение допусков (табл.3). Исходя из значений допусков в соответствии с ГОСТ 8.051-81 определить допустимые погрешности измерений и выбрать средства измерений из используемых в лабораторной работе, занеся эту информацию в табл.3.

6. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

6.1. Измерить заданные линейные параметры объектов измерения с помощью выбранных средств измерений.

6.2. Определить характер посадки сопрягаемых размером объектов измерения с учетом допуска на размеры.

6.3. Измерить углы, содержащиеся в объектах измерения с помощью угломеров 2УМ и УН.

7. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

7.1. Выполнить измерения в соответствии с п.6.1 лабораторного задания.

7.1.1. Проверить исправность и подготовить к проведению измерений выбранные в п.5.5 средства измерений по методикам, описанным в приложениях 1-6.

7.1.2. Измерить действительные значения линейных размеров, приведенных в табл.2 в соответствии с вариантом, по методикам, описанным в приложениях 1-6. Рассчитать действительные отклонения. Результаты измерений и расчета занести в табл.3. На основании сравнения действительных и предельных размеров дать заключение о пригодности деталей.

7.2. Выполнить измерения в соответствии с п.6.2 лабораторного задания.

7.2.1. Измерить сопрягаемые размеры ($S_3 = 30 + 0,16$,
 $s_4 = 30 - 0,16$ в мм) объектов измерения I.11-I.13 и I.21-I.23.
Результаты измерений занести в табл.4.

Таблица 4

Номера объекта измерений	1.11	1.12	1.13	1.21	1.22	1.23
Размер, мм						

7.2.2. Определить характер посадки этих объектов с учетом установленного допуска на размеры. Используя результаты в табл.4, указать, какие из объектов обеспечивают взаимозаменяемость.

7.3. Выполнить измерения в соответствии с п.6.3 лабораторного задания.

7.3.1. Ознакомиться с объектами измерения, приведенными в табл.2 в соответствии с вариантом, и составить их эскизные чертежи.

7.3.2. Проверить исправность и подготовить к проведению измерений угломеры типа ЗУМ и УН по методикам, описанным в приложениях 7, 8. Проверить установку "нуля" угломеров и при наличии отклонений определить поправку как значение отклонения от нуля, взятого с обратным знаком. Значение поправки должно быть в последующем, при проведении измерений, прибавлено к результату отсчета с целью исключения систематической погрешности.

7.3.3. Измерить все углы, содержащиеся в объектах измерения, с помощью транспортирного угломера типа ЗУМ и универсального угломера типа УН (номера углов считать от № I по часовой стрелке).

7.3.4. С помощью линейки или штангенциркуля измерить длины меньших сторон, образующих измеренные углы.

7.3.4. Результаты измерений, полученные в п.7.3.3 и п.7.3.4, для каждого из объектов измерения свести в табл.5.

Таблица 5

Тип угломера	Номер угла	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
УН	Номинальное значение угла, град.											
	Требуемая степень точности, мин.											
	Длина меньшей стороны, мм											
	Допуск по СТ СЭВ 178-75, мин.											
	Действительное значение угла, град.											
	Заключение о годности (+) - годна (-) - не годна											
ЗУМ	Заполняется аналогично как для УН											

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе оформляется на стандартных листах бумаги. Результаты измерений и вычислений сводятся в таблицы, которые должны соответствовать приведенным в методических указаниях. Текст отчета должен содержать всю информацию о проделанной работе, необходимые расчетные формулы, выводы и рекомендации по анализу результатов выполнения каждого пункта лабораторного задания. Сведения об используемых измерительных инструментах должны быть оформлены по следующей форме

Наименование инструмента	Тип	Заводской номер	Основные технические характеристики

9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- I.
 1. Что такое номинальный, действительный и предельный размеры, предельное и действительное отклонение, допуск системы и как рассчитывается его значение?
 2. Что такое единица допуска и качество точности и от чего они зависят?
 3. Перечислите виды посадок и укажите их назначение и характеристики.
 4. Что означает понятие "нормальный угол" и с какой целью оно введено?
 5. Каким образом могут быть заданы допуски на угол? Поясните это с помощью рисунка.
 6. Чем определяются и от чего зависят величины допустимых отклонений углов от их номинальных значений?
 7. В чем заключается методика выбора средств измерений?
 8. Каким образом регламентируется система допусков и посадок в СССР?
 9. На каком принципе основано построение нониусных шкал в штангенинструментах?
 10. Объясните назначение, правила проверки перед измерением и измерений штангенциркулем и штангенглубиномером.
- II.
 11. Объясните конструктивные особенности микрометрической головки.
 12. Объясните назначение, правила проверки перед измерением и измерений микрометром, микрометрическим нутромером и микрометрическим глубиномером.
 13. Объясните конструктивные особенности рычажно-зубчатых

головок, индикаторов, приборов на их основе.

14. В чем состоят особенности измерения отклонений формы и расположения поверхностей ?

15. Объясните конструктивные особенности индикаторных толщиномеров, стенкомеров, глубиномеров и нутромеров.

16. Объясните конструктивные особенности рычажных скоб микрометров и методику измерений с их помощью.

17. Объясните конструктивные особенности инструментов на основе пружинных измерительных головок.

18. Какие методы и средства измерения углов Вы знаете ? Укажите область применения каждого из них.

19. Какие углы можно измерять с помощью угломера типа 2УМ ? Поясните кратко его устройство.

20. Какие углы можно измерять с помощью угломера типа УН ? Поясните кратко его устройство.

21. На каком принципе основано устройство углового нониуса? Поясните это с помощью рисунка.

10. ЛИТЕРАТУРА

1. Архипенко А.Г., Елизаров А.С., Липень В.П. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Текст лекций под общей ред. А.С. Елизарова. - Мн.: Изд. МРТИ, 1986. - 53 с.

2. Якушев А.Н. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для вузов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - 326 с.

3. Боддин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении: Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 272 с.

4. Архипенко А.Г. Основы метрологии и измерительная техника: Тексты лекций. Часть 1. - Мн.: Изд. МРТИ, 1988. - 54 с.

5. Архипенко А.Г. Основы метрологии и измерительная техника: Тексты лекций. Часть 2. - Мн.: Изд. МРТИ, 1989. - 53 с.

6. СТ СЭВ 145-75. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.

7. ГОСТ 8.051-81 ГСИ. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм.

8. СТ СЭВ 178-75. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски углов.

9. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник.-М.: Машиностроение, 1987.- 368 с.

10. Средства контроля, управления и измерения линейных и угловых размеров в машиностроении.-М.: ВНИИТЭМР, 1985.- 304 с.

ШТАНГЕНЦИРКУЛИ ТИПА ШЦ-I, ШЦ-II, ШЦ-III

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Штангенциркули служат для измерения наружных и внутренних размеров, глубины, высот, а также для разметки деталей и являются одними из самых распространенных инструментов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В соответствии с ГОСТ 166-80 пределы измерения: для ШЦ-I - 0-125 мм; для ШЦ-II и ШЦ-III - 0-160 ; 0-200 ; 0-250 мм.

2.2. Цена деления по нониусу: для ШЦ-I - 0,1 мм ; для ШЦ-II и ШЦ-III - 0,1 или 0,05 мм.

2.3. Допустимая погрешность составляет: для ШЦ-I - $\pm 0,05$ мм; для ШЦ-II и ШЦ-III при цене деления по нониусу 0,1 мм - $\pm 0,06$ мм для участка шкалы от 0 до 100 мм ; $\pm 0,07$ мм для участка шкалы от 100 до 200 мм; $\pm 0,08$ мм для участка шкалы от 200 до 250 мм ; для ШЦ-II и ШЦ-III при цене деления по нониусу 0,05 мм - $\pm 0,05$ мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ

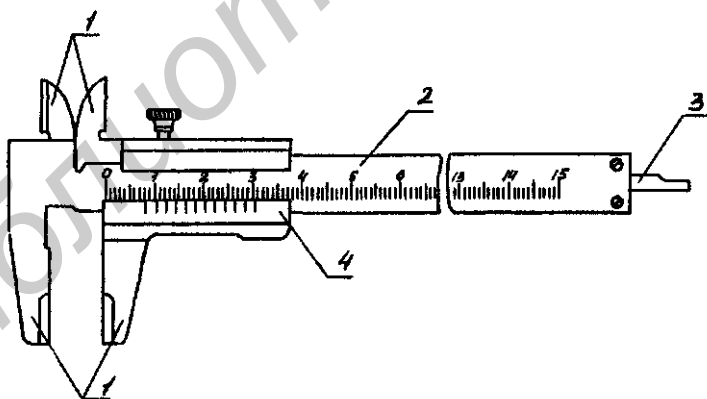


Рис.7

Штангенциркуль ШЦ-I (рис.7) имеет губки I, расположенные по разные стороны от штанги 2, отдельно для измерения наружных и для внутренних размеров деталей. Губки для внутренних измерений расположены так, что при измерении получают непосредственно размер отверстия. Губки для наружных измерений в концевых частях изготовляются тоньше, что дает возможность измерить размеры в узких местах (канавок, проточек, выточек). Эти поверхности не следует использовать при обычных измерениях, иначе они быстро изнасятся. Такой тип штангенциркулей имеет также глубиномер, состоящий из линейки 3, прикрепленной к подвижной рамке 4. Это дает возможность производить отсчет глубин непосредственно по шкале штанги и нониуса. Таким образом, указанный инструмент обладает наибольшей универсальностью, однако, имеет невысокую точность.

Точные штангенциркули ШЦ-II с ценой деления 0,05 мм позволяют измерять наружные размеры при помощи двух пар губок, расположенных выше и ниже штанги. Верхние губки заострены и могут быть использованы для разметочных работ. Нижние губки имеют цилиндрическую наружную часть, которой измеряют внутренние размеры. Они имеют суммарную толщину 10 или 9 мм (размер маркируется на губках), величина которой должна прибавляться к показаниям шкалы штанги.

Штангенциркули ШЦ-III, в отличие от ШЦ-II, имеют только нижние губки для измерения наружных и внутренних размеров.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ

Перед тем, как производить измерения, штангенциркуль следует проверить. У исправного инструмента сдвинутые губки должны плотно соприкасаться (допускается просвет между ними у точных штангенциркулей не более 3 мкм, у штангенциркулей с ценой деления 0,1 мм - не более 6 мкм), а нулевые штрихи у штанги и нониуса при сдвинутых губках должны совпадать. Рамка должна перемещаться по штанге свободно, но без качки.

При измерениях штангенциркуль держат правой рукой за штангу, рамку перемещают большим пальцем правой руки за выступ. Сжимать губки следует так, чтобы инструмент мог свободно, но без качки скользить по детали. Нужно следить за тем, чтобы губки штангенциркуля без перекоса прилегали к измеряемой поверхности по всей

длине.

При отсчете размера нужно смотреть на шкалу под прямым углом, иначе неизбежны ошибки вследствие параллакса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРЫ ТИПА ШГ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Штангенглубиномеры предназначены для измерения расстояний между параллельными поверхностями уступов, расточек, глубины отверстий канавок, пазов и т.п.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В соответствии с ГОСТ 162-80 штангенглубиномеры выпускаются с пределами измерения 0-160; 0-200; 0-250; 0-315; 0-400 мм.

2.2. Цена деления по нониусу составляет 0,05 мм.

2.3. Допустимая погрешность штангенглубиномеров составляет $\pm 0,05$ мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРА

Штангенглубиномер (рис. 8) имеет основание 2 с плоской измерительной поверхностью. С основанием за одно целое выполнена рамка 3 со шкалой нониуса. Штанга 1 с миллиметровой шкалой перемещается в рамке перпендикулярно основанию. Плоский нижний торец штанги является измерительной поверхностью, которая при измерении глубин соприкасается с поверхностью детали. При расположении измерительных поверхностей основания и штанги в одной плоскости нуль шкалы нониуса должен совпадать с нулевым штрихом шкалы штанги. Глубиномер снабжен механизмом микрометрической подачи 4.

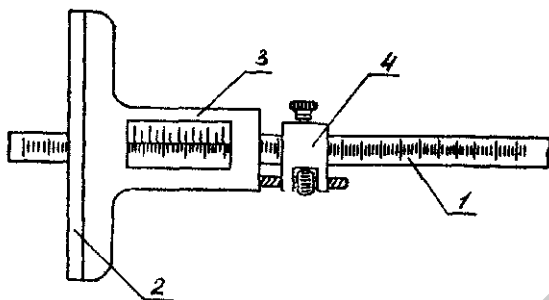


Рис. 8

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРОМ

В процессе измерения штангенглубиномер измерительной поверхностью основания устанавливается на базовую плоскость детали, а штанга вводится в отверстие, глубина которого измеряется. Отсчет показаний производится также, как у штангенциркуля.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

МИКРОМЕТР ТИПА МК

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микрометры предназначены для измерения наружных размеров.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В соответствии с ГОСТ 6507-78 микрометры выпускаются со следующими пределами измерений: 0-25; 25-50; 50-75; 75-100 ; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250; 250-275 ; 275-300; 300-400; 400-500; 500-600 мм.

2.2. Цена деления микрометра составляет 0,01 мм.

2.3. Допустимая погрешность составляет $\pm 0,004$ мм для диапазонов 0-25 ; 25-50; 50-75; 75-100 мм ; $\pm 0,005$ мм для диапазонов 100-125 ; 125-150; 150-175; 175-200 мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ МИКРОМЕТРОВ

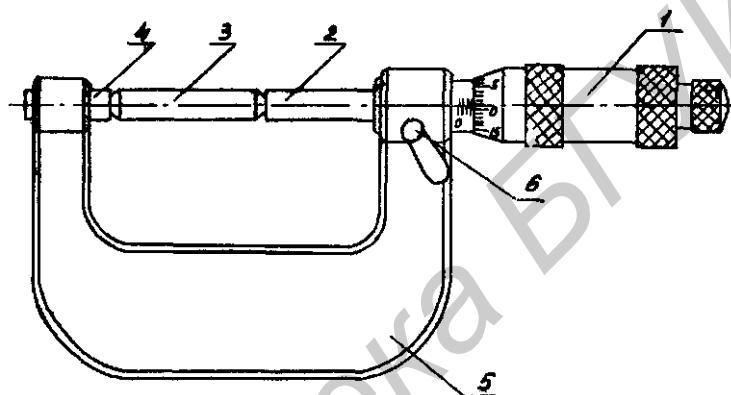


Рис.9

Все микрометры состоят из микрометрической головки I, измерительного стержня микровинта 2, пятки 4, скобы 5 и стопора 6. К микрометрам с пределами измерений более 25 мм для их проверки прилагаются специальные установочные меры 3.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С МИКРОМЕТРОМ

Прежде чем приступить к проведению измерений, микрометр необходимо проверить. Для этого у микрометров с пределом измерений 0-25 мм вращают микрометрический винт за трещотку до соединения измерительных поверхностей стержня винта и пятки. При этом барабан должен остановиться у первого деления шкалы стебля, а его нулевое деление - против продольной риски. Для проверки микрометров с иными пределами измерения между измерительными поверх-

ностями помещают установочные меры, они имеют длину, равную нижнему пределу измерения. Если микрометр дает неправильные показания, его нужно устанавливать. Для этого, соединив измерительные поверхности (непосредственно или с помощью установочной меры) и застопорив микрометрический винт, отворачивают корпус трещотки, освобождая тем самым барабан. Далее ставят барабан в такое положение, когда его скос устанавливается на начальной отметке шкалы стебля, а нулевая шкала барабана совпадает с продольной линией стебля, и не сдвигая барабан, зажимают корпус. Так повторяют несколько раз.

При измерениях инструмент устанавливают так, чтобы хорошо была видна шкала и можно было сделать отсчет, не снимая микрометра с детали. В процессе измерения нужно следить за тем, чтобы инструмент не был перекошен, иначе размер получится больше действительного. Микрометрический винт подводят к изделию, вращая за трещотку. Вращение прекращают после 2-3 щелчков трещотки.

При невозможности произвести отсчет размера по инструменту, установленному на детали, необходимо после окончания измерения микрометрический винт затормозить стопором. Далее микрометр снимается с детали, после чего делается отсчет. При этом инструмент нужно держать только за скобу, чтобы не сбить показания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ НУТРОМЕР ТИПА НМ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микрометрические нутромеры применяются для измерения внутренних размеров деталей.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В соответствии с ГОСТ 10-75 микрометрические нутромеры выпускаются с пределами 50-75; 75-175; 75-600; 150-1250; 800-2500; 1250-4000; 2500-600; 4000-10000 мм.

2.2. Цена деления микрометрического нутромера составляет 0,01 мм.

2.3. Допустимая погрешность составляет $\pm 0,004$ мм для диапазона 50-75 мм; $\pm 0,006$ мм для диапазона 75-175 мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО НУТРОМЕРА

Устройство микрометрического нутромера показано на рис.10. У нутромеров с нижними пределами измерения 50 и 75 мм длина шкалы стебля микрометрической головки I равна 13 мм, у нутромеров с нижним пределом измерения свыше 75 мм - 25 мм. Расширение пределов измерения достигается за счет набора удлинителей, придаваемых к каждому инструменту. Удлинитель наворачивается на инструмент вместо гайки 2.

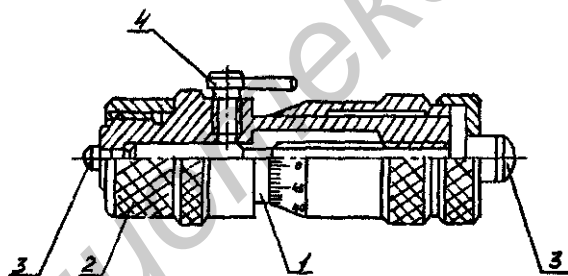


Рис.10

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С МИКРОМЕТРИЧЕСКИМ НУТРОМЕРОМ

Установка и проверка микрометрического нутромера производится по специально прилагаемой к нему установочной скобе, изготовленной по наименьшему предельному размеру инструмента. Правила установки аналогичны правилам установки микрометров.

Для измерения нутромер ориентировочно устанавливается на заданный размер и вводится в измеряемое отверстие. Упирая его одной из измерительных поверхностей 3 в какую-либо точку отверстия, вращают барабан, одновременно покачивая нутромер в продольном и поперечном направлениях с тем, чтобы он установился в диаметральной плоскости перпендикулярно к оси. В противном случае можно получить результаты измерения больший (когда инструмент не будет перпендикулярен к оси) или меньший действительного (когда измеряется не диаметр, а хорда).

После осуществления надежного упора обоих измерительных поверхностей в измеряемый объект нужно зафиксировать это положение стопором 4 и произвести отсчет. При использовании удлинителей, к показаниям микрометрической головки прибавляется размер удлинителя, маркируемый на нем.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ГЛУБИНОМЕРЫ ТИПА ГМ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Микрометрические глубиномеры предназначены для измерения глухих или ступенчатых отверстий, пазов, выемок.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. В соответствии с ГОСТ 7470-78 микрометрические глубиномеры выпускаются с пределами измерений 0-75; 0-100 и 100-150 мм.

2.2. Цена деления микрометрического глубиномера составляет 0,01 мм.

2.3. Допустимая погрешность составляет $\pm 0,005$ мм для диапазонов 0-75 ; 0-100; $\pm 0,006$ мм для диапазона 100-150 мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ГЛУБИНОМЕРА

Микрометрический глубиномер (рис. II) представляет собой микрометрическую головку, запрессованную в основание 2 перпендикулярно измерительной поверхности основания. В глухое отверстие, выполненное в торце микровинта, могут быть плотно вставлены сменные стержни 3, обеспечивающие измерение размеров через 25 мм. На стебле микрометрической головки деления нанесены от 25 до 0 мм, так при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают.

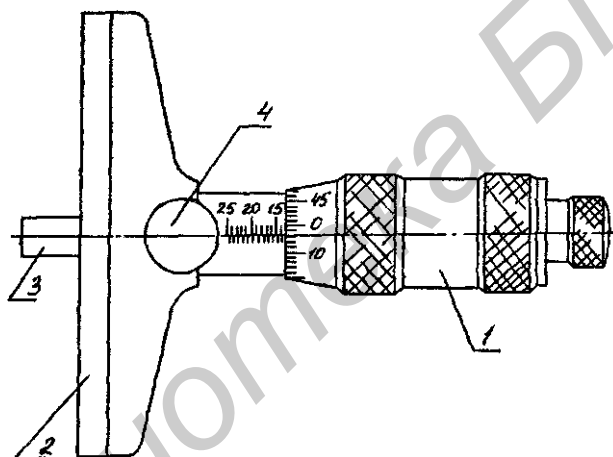


Рис. II

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С МИКРОМЕТРИЧЕСКИМ ГЛУБИНОМЕРОМ

При установке инструмента на нуль первый стержень должен располагаться заподлицо с основанием. Правила проверки и установки микрометрического глубиномера такие же, как и для микрометра.

При измерениях основание глубиномера устанавливается на опорную плоскость детали. Вращением барабана I микрометрической головки вводят измерительный стержень до упора его в элемент детали, расстояние до которого нужно измерить. Момент соприкосновения измерительного стержня с деталью определяется по срабатыванию трещотки. Полученный размер фиксируется стопором 4, после чего инструмент можно снять с детали и произвести отсчет.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

РЫЧАЖНЫЕ СКОБЫ ТИПА СР

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Рычажные скобы типа СР предназначены для измерения наружных размеров деталей 6-9 классов точности.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения рычажной скобы составляет 0-25 мм.

2.2. Диапазон отсчетного устройства рычажной скобы составляет $\pm 0,08$ мм.

2.3. Цена деления отсчетного устройства рычажной скобы составляет 0,002 мм.

2.4. Допускаемая погрешность составляет $\pm 0,001$ мм на участке шкалы ± 10 делений от нулевого штриха; $+0,002$ мм на участке шкалы свыше ± 10 делений от нулевого штриха.

3. КОНСТРУКЦИЯ РЫЧАЖНОЙ СКОБЫ

Общий вид микрометрической скобы приведен на рис. 12. В корпус I скобы встроено отсчетное устройство, состоящее из механизма рычажно-зубчатой передачи и шкалы 8. С одной стороны рычажной скобы установлена подвижная пятка 4, которая отжимается с помощью пружины 5 в сторону изделия. С пяткой соединен рычаг арретира 6, при нажатии на кнопку которого подвижная пятка отводится влево, сжимая пружину. Перемещение от пятки передается рычагу и далее на стрелку. С другой стороны скобы установлена переставная пятка 3, перемещаемая при вращении гайки 2. При

установке скобы на размер пятка стопорится с помощью колпачка.

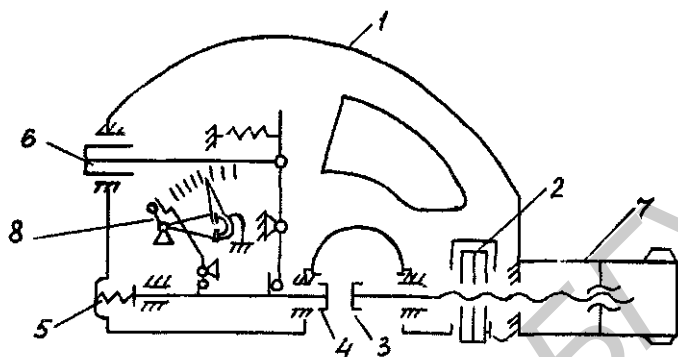


Рис. 12

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С РЫЧАЖНОЙ СКОБОЙ

Для настройки скобы на нулевое деление предварительно используют блок плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД), которые соответствуют номинальному значению изделия. Для этого освобождают стопор переставленной пятки и снимают предохранительный колпачок. Установив блок ПКМД между измерительными поверхностями и перемещая одновременно переставную пятку, устанавливают стрелку на нулевое деление, после чего осторожно, чтобы не сбить нулевую отметку, переставная пятка стопорится и закрывается защитным колпачком. Проверяют стабильность показаний отсчетного устройства. Для этого, нажимая на арретир, отводят подвижную пятку три раза от блока ПКМД. При этом стрелка не должна смещаться с нулевой отметки более чем на половину деления. Снова нажав на арретир, вынимают блок ПКМД.

При измерении скобу нужно держать так, чтобы ее полная масса не передавалась на подвижную пятку. Нажав на арретир, между измерительными поверхностями пяток вводят деталь, затем отпустив арретир, отсчитывают показания по шкале отсчетного устройства с

учетом знака "+" или "-". Действительный размер детали определяется суммированием номинального размера блока ПМД и отклонения по шкале отсчетного устройства.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ТРАНСПОРТИРНЫЙ УГЛОМЕР ТИПА 2УМ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Угломер типа 2 УМ предназначен для измерения наружных (внешних) углов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 2.1. Диапазон измерения наружных углов - $0-180^{\circ}$.
- 2.2. Цена деления по нониусу составляет $2'$.
- 2.3. Допустимая погрешность измерения углов (по нониусу) не более $\pm 2'$.
- 2.4. Длина линейки угломера - 60 мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ УГЛОМЕРА

Транспортирный угломер типа 2УМ (рис.13) состоит из основания в виде полудиска 7 с нанесенной на нем шкалой (от 0 до 90° через 1°). К основанию неподвижно прикреплена линейка 6, рабочая поверхность которой при измерении соприкасается с одной из сторон измеряемого угла. Вторая (подвижная) линейка 3 шарнирно связана с основанием и выполнена как одно целое с сектором 2, несущим нониус 1. Ось шарнира угломера совпадает с центром шкалы и центром нониуса. Между измерительными поверхностями линеек могут быть измерены углы от 90° до 180° . Для измерения углов от 0 до 90° применяют дополнительно съемный угольник 5, укрепляемый на подвижной линейке с помощью державки 4. Угломер имеет также узел микрометрической подачи, предназначенный для плавного перемещения сектора относительно шкалы основания.

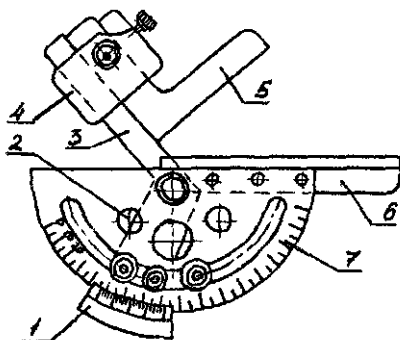


Рис. 13

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С УГЛОМЕРОМ

Перед началом измерений произвести проверку установки "нуля". Для этого наложить обе измерительные поверхности угломера друг на друга без просвета и произвести отсчет погрешности установки на нониус.

В процессе измерений объект измерения устанавливается "без просвета" между измерительными поверхностями угломера. Принцип отсчета величины измеряемого угла такой же, как и у штангенциркуля: к числу градусов, считанному до места установки нуля нониуса, добавляется число минут по делению нониуса, совпавшему с любым штрихом основной шкалы. Необходимо учесть, что при измерении углов без угольника 5 к показаниям по шкале необходимо добавить 90° .

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ УГЛОМЕР ТИПА УН

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный угломер типа УН предназначен для измерения

наружных (внешних) и внутренних углов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерения наружных углов - 0 - 320°.

Диапазон измерения внутренних углов - 40° - 180°.

2.2. Цена деления нониуса составляет $\pm 2'$.

2.3. Допустимая погрешность измерения углов (по нониусу) не более $\pm 2'$.

2.4. Длина линейки угломера - 50 мм.

3. КОНСТРУКЦИЯ УГЛОМЕРА

Конструкция угломера показана на рис. 14. Угловая шкала с ценой деления $1'$ нанесена на основании 1, выполненного в виде неполного кольца с наружной цилиндрической и внутренней конической поверхностями. На правом конце основания жестко укреплена линейка 2, свободная поверхность которой находится в диаметральной плоскости цилиндрической поверхности основания и при измерении соприкасается с одной из сторон измеряемого угла. Основание перемещается между конической и цилиндрической поверхностями сектора 5 и сектора 4, поворачиваясь по дуге окружности, центр которой совпадает с центром шкалы основания. К верхней части сектора, соосно со шкалой основания, прикреплен нониус.

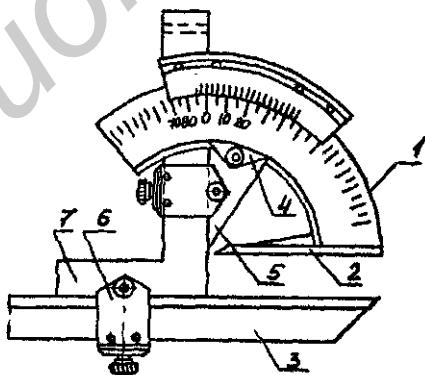


Рис. 14

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ С УГЛОМЕРОМ

Проверка установки "нуля" угломера, учет обнаруженного отклонения и отсчет значений углов производится как и в угломере 2 УМ. Однако, здесь необходимо учитывать положение частей угломера (рис. 15). Для внутренних углов их значение отсчитывается как разность между 360° и показаниями по шкале.

При измерении наружных углов от 230° до 320° (что равнозначно измерению внутренних углов от 130° до 40° соответственно) измерительная поверхность сектора является второй измерительной поверхностью (рис. 15).

При других значениях измеряемых углов к сектору с помощью державки 6 крепится угольник 7, а к нему, в свою очередь, крепится съемная линейка 3 и их соответствующие поверхности являются в этих случаях второй измерительной поверхностью угломера. Положения частей универсального угломера при различных значениях углов показаны на рис. 15 а, б, в, г.

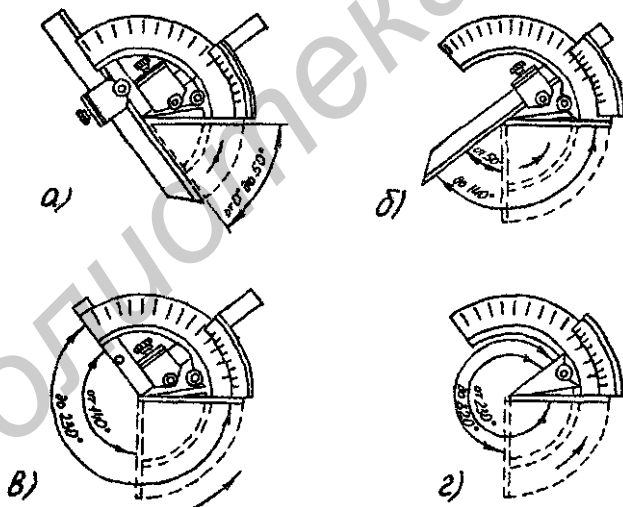


Рис. 15

Св.план 1989, поз. 102

Составитель Кострикин Анатолий Михайлович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе Т.1А
ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ДЕТАЛЕЙ

для студентов электрорадиотехнических
специальностей

Ответственный за выпуск С.В.Ляльков

Редактор В.А.Заяц

Подписано в печать 15.11.89 Формат 60x84 1/16.

Объем 2,1 усл.печ. л., 2,0 уч.-изд.л. Заказ 109

Тираж 300 экз. Бесплатно

Отпечатано на ротапринте МРТИ. 220600, Минск, ул.П.Бровки, 6