

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра метрологии и стандартизации

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе Т.1Б

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ

для студентов электро- и радиотехнических

специальностей

Минск 1999

Методические указания к лабораторной работе Т.1Б «Измерение геометрических параметров деталей» для студентов электро- и радиотехнических специальностей / Сост. А. М. Кострикин, М. Ю. Дерябина. – Мн. : БГУИР, 1998. – 38 с.

Методические указания содержат цель работы, краткие сведения из теории, перечень инструментов, используемых при выполнении работы, описание объектов измерения, домашнее и лабораторное задания, рекомендации по их выполнению, а также указания по оформлению отчёта, контрольные вопросы для проверки знаний и список рекомендуемой литературы. Рассмотрены методы и инструменты для измерения геометрических параметров, а также методики практического измерения этих параметров с использованием соответствующих измерительных инструментов.

Ил. 13, табл. 7, прил. 8, список лит.- 8 назв.

© Составление А.М. Кострикин,

М.Ю. Дерябина, 1999 .

Содержание

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

2 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

2.1 Общие сведения об основных понятиях, связанных с измерением геометрических параметров

2.2. Выбор средств измерения

2.3. Измерение линейных размеров

2.4 Измерение угловых размеров

3 ИНСТРУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

4 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

5 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

6 ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

7 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

8 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

9 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

10 ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ А ШТАНГЕНЦИРКУЛИ ШЦ-1, ШЦ-11, ШЦ-111

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРЫ ШГ

ПРИЛОЖЕНИЕ В МИКРОМЕТР МК

ПРИЛОЖЕНИЕ Г МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ НУТРОМЕР НМ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д МИКРОМЕТРИЧЕСКИЕ ГЛУБИНОМЕРЫ ТИПА ГМ

ПРИЛОЖЕНИЕ Е ИНДИКАТОРНАЯ СКОБА СИ

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж УГЛОМЕР 4-10

ПРИЛОЖЕНИЕ И УГЛОМЕР 1-5

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучение основных понятий, связанных с измерением геометрических параметров: размер, отклонение, допуск, качество точности, степень точности.

1.2 Изучение методики выбора средств измерений геометрических параметров.

1.3 Изучение методов измерения линейных размеров.

1.4 Изучение методов измерения угловых размеров.

1.5 Изучение назначения, конструкции и области применения штангенинструментов, микрометрических инструментов, инструментов на основе измерительных головок с различными типами передач и приобретение практических навыков в работе с ними.

1.6 Изучение назначения, конструкции и области применения нониусных инструментов для измерения угловых размеров и приобретение практических навыков в работе с ними.

2 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

2.1 Общие сведения об основных понятиях, связанных с измерением геометрических параметров

Количественно геометрические параметры объектов измерения оцениваются посредством размеров. Размер - это числовое значение 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.

Алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами называется действительным отклонением.

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. Предельное отклонение - это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском. Допуски, установленные стандартами, называются допусками системы. Для нормирования требуемых уровней точности при измерении линейных размеров установлены качества точности изготовления деталей. Под качеством точности понимают совокупность допусков, характеризуемых постоянной относительной точностью (определяемой коэффициентом α) 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

$$T = \alpha \cdot i, \quad (2.1)$$

где i - единица допуска, мкм;

α - число единиц допуска, зависящее от качества и не зависящее от номинального размера.

Из формулы (2.1) следует, что чем больше α , тем больше допуск и, следовательно, меньше точность, и наоборот.

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

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D, \quad (2.2)$$

где D - размер в миллиметрах (длина, ширина, высота, диаметр и т.п.).

Допуск условно обозначается в виде IT_n , где n - порядковый номер качества точности. В таблице 2.1 приведено число единиц допуска α для допусков $IT5 - IT17$.

Таблица 2.1

Обозначение допуска IT_n	$IT5$	$IT6$	$IT7$	$IT8$	$IT9$	$IT10$
Значение коэффициента α	7	10	16	25	40	64

Продолжение таблицы 2.1

Обозначение допуска IT_n	$IT11$	$IT12$	$IT13$	$IT14$	$IT15$	$IT16$	$IT17$
Значение коэффициента α	100	160	250	400	640	1000	1600

Что касается измерения угловых размеров, то с целью ограничения количества применяемых угловых размеров стандартами устанавливаются значения рекомендуемых так называемых нормальных углов (ГОСТ 8908-81), которые должны применяться при назначении независимых угловых размеров (т.е. размеров, являвшихся исходными при расчетах).

Допуски на угловые размеры задаются ГОСТ 8908-81, которым предусматривается 17 степеней точности.

Величина допуска определяется в зависимости от длины меньшей стороны L , образующей угол (рисунок 2.1), и обозначается AT_n , где n - степень точности.

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 $\pm\delta/2$ (см. рисунок 2.1). Однако при наличии специальных конструктивных требований до-

пускается и несимметричное расположение предельных отклонений с сохранением величины допуска по стандарту.

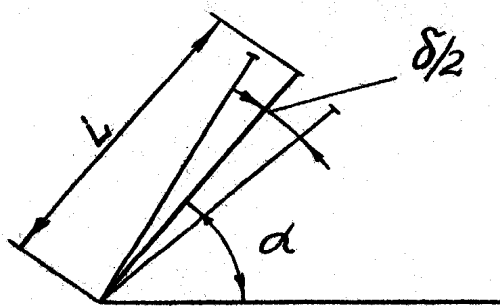


Рисунок 2.1

В таблице 2.2 приведены значения допусков АТ12 - АТ15 на угловые размеры в зависимости от степени точности и длины меньшей стороны (для степеней точности 12 - 15 и длин меньшей стороны до 63 мм).

Таблица 2.2

Степень точности Длина меньшей стороны L, мм	Степень точности			
	12	13	14	15
До 10	26'	40'	1°	1°40'
Св.10 до 16	20'	32'	50'	1°20'
Св. 16 до 25	16'	26'	40'	1°
Св. 25 до 40	12'	20'	32'	50'
Св. 40 до 63	10'	16'	26'	40'

Более подробно материал об основных понятиях, связанных с измерением геометрических параметров, освещен в литературе [1 – 4].

2.2. Выбор средств измерения

Правильный выбор средств измерений имеет важное значение для обеспечения требуемой точности измерений. Средства измерений должны обеспечивать погрешность меньше нормируемой.

Средства измерений выбирают в зависимости от точности (допуска) объекта измерения и допустимой погрешности измерений. Допуск размера является оп-

ределяющей характеристикой для расчета допустимой погрешности измерений, которая принимается равной $1/5$ - $1/3$ допуска размера.

Допустимые погрешности измерения линейных размеров до 500 мм в зависимости от квалитетов и номинальных размеров объектов измерения приведены в таблице 2.3 (ГОСТ 8.051- 81).

Каждое средство измерения характеризуется основной погрешностью, величина которой указана в характеристике этого средства измерения. Выбор средства измерения состоит в сравнении его основной погрешности с допустимой погрешностью измерения; при этом основная погрешность должна быть меньше (или равна) допустимой погрешности измерения.

Таблица 2.3

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	4	5	6	7	8	9	10
	Допустимая погрешность измерений, мкм						
До 3	1	1,4	1,8	3	3	6	8
Свыше 3 до 6	1,4	1,6	2	3	4	8	10
Свыше 6 до 10	1,4	2	2	4	5	9	12
Свыше 10 до 18	1,6	2,8	3	5	7	10	14
Свыше 18 до 30	2	3	4	6	8	12	18
Свыше 30 до 50	2,4	4	5	7	10	16	20
Свыше 50 до 80	2,8	4	5	9	12	18	30
Свыше 80 до 120	3	5	6	10	12	20	30
Свыше 120 до 180	4	6	7	12	16	30	40
Свыше 180 до 250	5	7	8	12	18	30	40
Свыше 250 до 315	5	8	10	14	20	30	50
Свыше 316 до 400	6	9	10	16	24	40	50

Свыше 400 до 500	6	9	12	18	26	40	50
------------------	---	---	----	----	----	----	----

Продолжение таблицы 2.3

Номинальные размеры, мм	Квалитет						
	11	12	13	14	15	16	17
	Допустимая погрешность измерений, мкм						
До 3	12	20	30	50	80	120	200
Свыше 3 до 6	16	30	40	60	100	160	240
Свыше 6 до 10	18	30	50	80	120	200	300
Свыше 10 до 18	30	40	60	90	140	240	380
Свыше 18 до 30	30	50	70	120	180	280	440
Свыше 30 до 50	40	50	80	140	200	320	500
Свыше 50 до 80	40	60	100	160	240	400	600
Свыше 80 до 120	50	70	120	180	280	440	700
Свыше 120 до 180	50	80	140	200	320	500	800
Свыше 180 до 250	60	100	160	240	380	600	1000
Свыше 250 до 315	70	120	180	260	440	700	1100
Свыше 316 до 400	80	120	180	280	460	800	1200
Свыше 400 до 500	80	140	200	320	500	800	1400

2.3. Измерение линейных размеров

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

там 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 (рисунок 2.2а), 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 деления 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 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.

У большинства штангенинструментов с ценой деления 0,1 мм применяется не простейший, а так называемый растянутый нониус (рисунок 2.2б), 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 (рисунок 2.2в). Интервал деления будет $39:20=1,95$ мм, отставание от каждого второго штриха штанги составляет 0,05 мм.

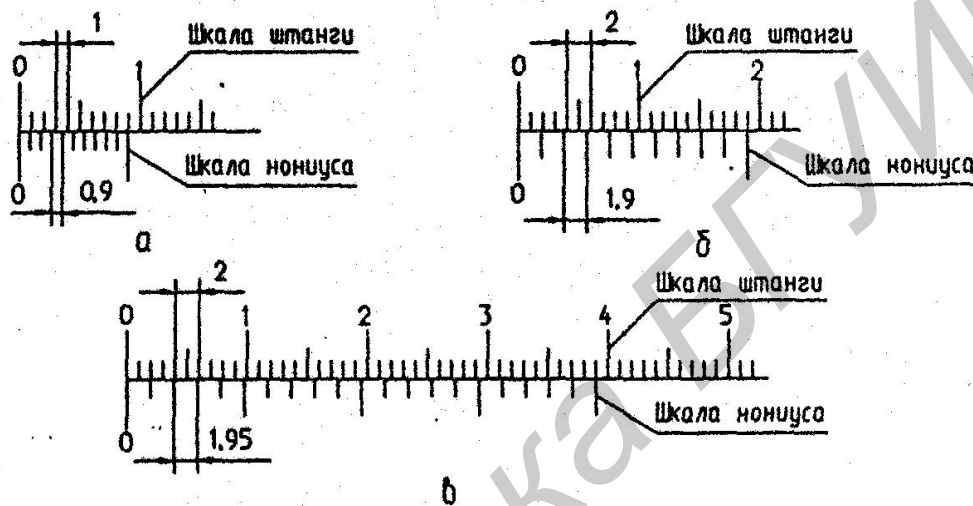


Рисунок 2.2.

Назначение, устройство и правила работы с конкретными образцами штангенинструментов описаны в приложениях А, Б.

В зависимости от характера измеряемых линейных размеров микрометрические инструменты подразделяются на микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры. Общим для всех микрометрических инструментов является наличие микрометрической головки (рисунок 2.3).

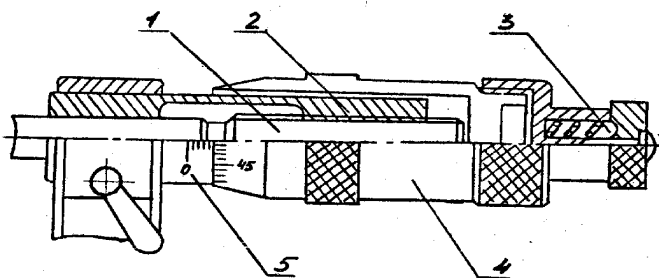


Рисунок 2.3.

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

$$C = P/n, \quad (2.3)$$

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 отсчеты 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 усилия микрометры и микрометрические глубиномеры снабжены трещоткой 3.

Назначение, устройство и правила работы с конкретными образцами микрометрических инструментов описаны в приложениях В, Г, Д.

Более высокой точностью обладают инструменты на основе измерительных головок, главным образом, механических. Измерительные головки используют либо в сочетании со стойками и штативами, либо как составные части более сложных измерительных приспособлений (рычажных скоб, нутромеров, толщи-

номеров, 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), I МИГ (ГОСТ 9696-82) и ИРБ (ГОСТ 5584-75) выпускаются с ценой деления 0,001; 0,002 и 0,01 мм, диапазоном измерения 0,1; 0,2; 1,2 мм.

Рычажные и индикаторные скобы – это измерительные инструменты в виде скоб, имеющие с одной стороны отсчетное устройство, а с другой - неподвижную переставную пятку. Измерения с помощью рычажных и индикаторных скоб проводят методом сравнения с мерой. Рычажные и индикаторные 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 подробное представление о рычажных и измерительных скобах можно получить на примере скобы типа СИ (приложение Е).

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 (рисунок 2.4).

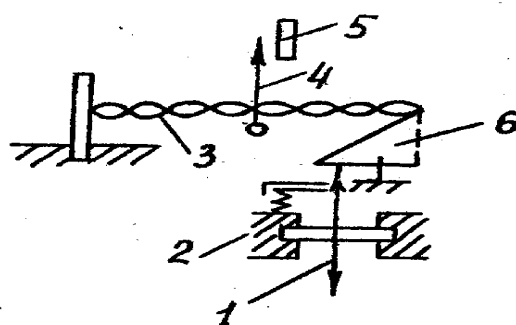


Рисунок 2.4

Один конец ленты жестко закреплен, второй присоединен к подвижному угольнику 6. В середине ленты прикреплена либо стрелка 4 (у микрометра), либо зеркальце (у оптикатора). При перемещении измерительного наконечника 1, 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 пучок проецируется на зеркальце с помощью конденсора. Благодаря дополнительной оптической системе чувствительность оптикатора в 2 раза выше, чем у микрометра. Выпускаются измерительные головки пружинные (микрометры) типа ИП1 (ГОСТ 6933-81), микрометры типа ИШ (ГОСТ 14712-79), микрометры 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 [7,8].

2.4 Измерение угловых размеров

Для контроля годности деталей по угловым размерам могут применяться различные средства угловых измерений. По важнейшему признаку, которым является вид средства измерений, они могут быть классифицированы 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 инст-

рументов 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 допускам. 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 оценку значения измеряемого угла по разности полученных отсчетов. Гониометры выпускаются с одним 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.

Наиболее широко для измерения углов изделий применяются 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 построения нониусов штангенинструментов.

Указанные общие принципы измерения в различных угломерах конструктивно реализованы различно. В приложениях Ж, И 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 [7,8].

3 ИНСТРУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТЫ

3.1 Штангенциркуль ШЦ-1: 0-125 мм.

3.2 Штангенглубиномер ШГ: 0-200 мм.

3.3 Микрометры МК: 0-25, 25-50, 50-75 мм.

3.4 Микрометрические нутрометры НМ: 50-75; 75-175 мм.

3.5 Микрометрический глубиномер ГМ: 0-75 мм.

3.6 Скоба индикаторная СИ: 0-50 мм.

3.7 Угломер 4-10.

3.8 Угломер 1-5.

3.9 Линейка с ценой деления 1 мм.

3.10 Набор плоскопараллельных концевых мер длины (ПКМД).

4 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

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

При измерении угловых размеров используются объекты измерения 1.1-1.3, 2.1.-2.3, 3.1-3.3, 4.1-4.3. Номинальные значения угловых размеров этих объектов приведены в таблице 4.1.

Библиотека БГУИР

Таблица 4.1

Номер пункта лабораторного задания	Номер бригады (вариант)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Обозначение объекта измерения, условное обозначение размера (номера углов), номинальный размер, предельные отклонения в мм (при измерении линейных размеров), номинальный размер в градусах, степень точности (при измерении углов)									
6.1	6.1 A1= 40,5 ^{+0,1} _{-0,1}	6.2 B1= 10,2 ^{+0,7} _{-0,7}	6.3 C1= 30,1 ^{+0,1} _{-0,1}	6.4 D1= 59,8 ^{+0,3} _{-0,3}	6.1 E1= 5,00 ^{+0,18} _{-0,18}	6.2 F1= 29,5 ^{+0,3} _{-0,3}	6.3 A1= 55,0 ^{+0,3} _{-0,3}	6.4 B1= 30,2 ^{+0,1} _{-0,1}	6.1 C1= 10,0 ^{+0,7} _{-0,7}	6.2 D1= 35,0 ^{+0,1} _{-0,1}
	6.3 E1= 20,00 ^{+0,13} _{-0,13}	6.4 F1= 49,0 ^{+0,1} _{-0,1}	6.1 D1= 35,0 ^{+0,1} _{-0,1}	6.2 E1= 15,02 ^{+0,27} _{-0,27}	6.3 F1= 35,0 ^{+0,1} _{-0,1}	6.4 A1= 45,0 ^{+0,1} _{-0,1}	6.1 B1= 5,0 ^{+0,1} _{-0,1}	6.2 C1= 20,0 ^{+0,2} _{-0,2}	6.3 D1= 40,1 ^{+0,1} _{-0,1}	6.4 E1= 30,50 ^{+0,16} _{-0,16}
	1.11 A3= 26,00 ^{+0,21} _{-0,21}	1.12 B3= 32,20 ^{+0,16} _{-0,16}	1.13 C3= 30,1 ^{+0,1} _{-0,1}	1.14 D3= 55,0 ^{+0,3} _{-0,3}	1.11 E3= 25,8 ^{+0,2} _{-0,2}	1.12 A3= 26,01 ^{+0,13} _{-0,13}	1.13. B3= 32,20 ^{+0,25} _{-0,25}	1.14 C3= 30,1 ^{+0,1} _{-0,1}	1.11 D3= 55,0 ^{+0,3} _{-0,3}	1.12 E3= 26,0 ^{+0,2} _{-0,2}
	1.13 E3= 26,0 ^{+0,2} _{-0,2}	1.14 A3= 26,01 ^{+0,21} _{-0,21}	1.11 B3= 32,20 ^{+0,10} _{-0,10}	1.12 C3= 30,0 ^{+0,2} _{-0,2}	1.13 D3= 55,0 ^{+0,3} _{-0,3}	1.14 E3= 25,9 ^{+0,2} _{-0,2}	1.11 A3= 26,00 ^{+0,20} _{-0,20}	1.12 B3= 32,20 ^{+0,16} _{-0,16}	1.13 C3= 30,1 ^{+0,1} _{-0,1}	1.14 D3= 55,0 ^{+0,3} _{-0,3}
6.2	7.4 C2= 12,00 ^{+0,10} _{-0,10}	7.2 C2= 16,00 ^{+0,18} _{-0,18}	7.3 C2= 35,00 ^{+0,25} _{-0,25}	7.4 C2= 12,00 ^{+0,11} _{-0,11}	7.1 B2= 40,20 ^{+0,16} _{-0,16}	7.2 C2= 16,00 ^{+0,27} _{-0,27}	7.3 A2= 60,10 ^{+0,12} _{-0,12}	7.4 C2= 12,00 ^{+0,11} _{-0,11}	7.1 C2= 20,00 ^{+0,21} _{-0,21}	7.2 C2= 16,00 ^{+0,11} _{-0,11}
	7.2 A2= 130,00 ^{+0,16} _{-0,16}	7.3 A2= 60,12 ^{+0,19} _{-0,19}	7.4 A2= 85,00 ^{+0,35} _{-0,35}	7.3 A2= 60,20 ^{+0,12} _{-0,12}	7.2 A2= 130,00 ^{+0,04} _{-0,04}	7.4 A2= 84,90 ^{+0,14} _{-0,14}	7.2 C2= 16,10 ^{+0,11} _{-0,11}	7.4 A2= 85,00 ^{+0,35} _{-0,35}	7.2 A2= 131,00 ^{+0,40} _{-0,40}	7.4 C2= 85,00 ^{+0,14} _{-0,14}

Продолжение таблицы 4.1

Номер пункта лабораторного задания	Номер бригады (вариант)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Обозначение объекта измерения, условное обозначение размера (номера углов), номинальный размер, предельные отклонения в мм (при измерении линейных размеров), номинальный размер в градусах, степень точности (при измерении углов)									
6.3.	1.21 C4= 30,00 ^{+0,13} _{-0,13}	1.22 C4= 30,00 ^{+0,21} _{-0,21}	1.23 E4= 24,00 ^{+0,21} _{-0,21}	1.24. A4= 36,00 ^{+0,16} _{-0,16}	1.21 A4= 32,00 ^{+0,25} _{-0,25}	1.22 C4= 30,00 ^{+0,13} _{-0,13}	1.23 A4= 36,20 ^{+0,16} _{-0,16}	1.24 E4= 24,00 ^{+0,13} _{-0,13}	1.21 A4= 36,20 ^{+0,16} _{-0,16}	1.22 A4= 32,10 ^{+0,25} _{-0,25}
	1.23 A4= 36,30 ^{+0,16} _{-0,16}	1.24 C4= 30,20 ^{+0,13} _{-0,13}	1.21 A4= 36,20 ^{+0,25} _{-0,25}	1.22 A4= 36,10 ^{+0,25} _{-0,25}	1.23 B4= 32,30 ^{+0,16} _{-0,16}	1.24 C4= 30,00 ^{+0,13} _{-0,13}	1.21 E4= 24,00 ^{+0,21} _{-0,21}	1.22 E4= 24,10 ^{+0,21} _{-0,21}	1.23 C4= 29,90 ^{+0,13} _{-0,13}	1.24 B4= 32,20 ^{+0,25} _{-0,25}
6.4	1.1 (3) 158°(12)	1.2 (2) 133° (14)	1.3 (4) 145° (12)	1.1 (5) 148° (13)	1.2 (6) 143° (15)	1.3 (7) 145° (12)	1.1 (8) 164° (13)	1.2 (9) 130° (14)	1.3 (3) 157° (15)	1.1 (2) 131° (12)
	3.2 (4) 154° (15)	3.3 (6) 77° (13)	3.1 (2) 130° (14)	3.2 (3) 79° (12)	3.3 (5) 129° (12)	3.1 (4) 151° (13)	3.2 (6) 78° (12)	3.3 (2) 129° (13)	3.1 (3) 80° (12)	3.2 (5) 129° (13)
	4.3 (2) 118° (14)	4.1 (4) 134° (12)	4.2 (3) 112° (15)	4.3 (4) 137° (14)	4.1 (3) 110° (13)	4.2 (2) 115° (14)	4.3 (3) 107° (15)	4.1 (2) 116° (14)	4.2 (4) 133° (13)	4.3 (4) 137° (15)
	2.3 (5) 108° (12)	2.1 (4) 144° (12)	2.2 (2) 150° (13)	2.3 (3) 140° (13)	2.1 (2) 162° (14)	2.2 (3) 146° (15)	2.3 (4) 148° (14)	2.1 (5) 108° (15)	2.2 (4) 147° (14)	2.3 (2) 162° (14)

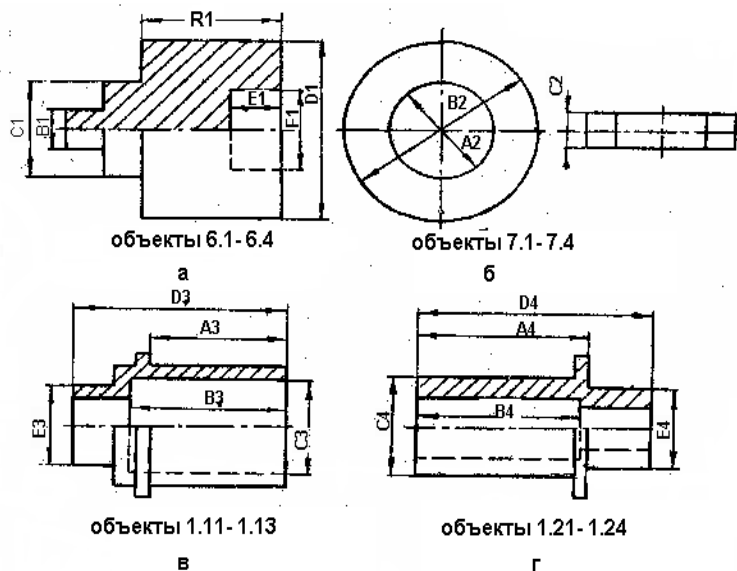


Рисунок 4.1

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;
- индикаторных скоб;
- нониусных угломеров.

5.3 Ответить на контрольные вопросы.

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

5.5 Используя данные по линейным размерам объектов измерений, приведенных в таблице 4.1, рассчитать допуски, единицы допусков, номера классов точности, привести условное обозначение допусков. Исходя из классов точности

точности определить допустимые погрешности измерений и выбрать средства измерений. Результаты расчетов занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Номер пункта лабораторного задания	6.1				6.2				6.3			
Номер объекта измерения												
Условное обозначение размера												
Номинальный размер, мм												
Предельные отклонения, мм												
Допуск, мм												
Единица допуска, мкм												
Номер качества точности												
Условное обозначение допуска												
Допустимая погрешность измерения, мм												
Тип выбранного средства измерения												
Действительный размер, мм												
Действительное отклонение, мкм												
Заключение о годности детали: (+)- годна, (-)- не годна												

6 ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

6.1 Измерить заданные линейные размеры объектов измерения с помощью штангенинструментов.

6.2 Измерить заданные линейные размеры объектов измерения с помощью микрометрических инструментов.

6.3 Измерить заданные линейные размеры объектов измерения с помощью индикаторной скобы.

6.4 Измерить заданные угловые размеры объектов измерения с помощью угломеров 4-10 и 1-5.

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 штангенинструменты.

7.1.2 Измерить действительные значения линейных размеров объектов измерения 6.1- 6.4, 1-11-1.14 (данные об объектах измерения в таблице 4.1 в соответствии с номером бригады), используя выбранные штангенинструменты, по методикам, описанным в приложениях А, Б. Рассчитать действительные отклонения. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5.1. На основании сравнения действительных и предельных размеров дать заключение о годности деталей.

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

7.2.1 Проверить исправность и подготовить к проведению измерений выбранные в п.5.5 микрометрические инструменты.

7.2.2 Измерить действительные значения линейных размеров объектов измерения 7.1-7.4 (данные об объектах измерения в таблице 4.1 в соответствии с номером бригады), используя выбранные микрометрические инструменты, по методикам, описанным в приложениях В, Г, Д. Рассчитать действительные отклонения. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5.1. На основании сравнения действительных и предельных размеров дать заключение о годности деталей.

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

7.3.1 Проверить исправность и подготовить к проведению измерений индикаторную скобу СИ и набор ПКМД.

7.3.2 Измерить действительные значения линейных размеров объектов измерения 1.21 - 1.23 (данные об объектах измерения в таблице 4.1 в соответствии с номером бригады), используя индикаторную скобу СИ, по методике, описанной в приложении Е. Рассчитать действительные отклонения. Результаты

измерений и расчетов занести в таблицу 5.1. На основании сравнения действительных и предельных размеров дать заключение о годности деталей.

7.4 Выполнить измерения в соответствии с п.6.4 лабораторного задания.

7.4.1 Проверить исправность и подготовить к проведению измерений угломеры 4-10 и 1-5.

7.4.2 С помощью линейки измерить длины меньших сторон объектов измерения 1.1-1.13, 2.1-2.3, 3.1-3.3, 4.1-4.3 (данные об объектах измерения в таблице 4.1 в соответствии с номером бригады). Номера углов считать от № 1 по часовой стрелке. Исходя из степени точности допусков углов (таблица 5.1) и длин меньших сторон, по таблице 2.2 определить допуски на угловые размеры. Рассчитать допустимую погрешность измерения углов и выбрать один из угломеров (4-10 или 1-5) для измерения конкретных углов. Измерить действительные значения углов по методикам, описанным в приложениях Ж, И. Рассчитать действительные отклонения. Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 7.1. На основании сравнения действительных и предельных размеров дать заключение о годности деталей.

Таблица 7.1.

Номер объекта измерения (номер угла)				
Номинальное значение угла, град				
Требуемая степень точности				
Длина меньшей стороны, мм				
Допуск по ГОСТ 8908-81				
Допустимая погрешности измерения угла, мин				
Тип выбранного угломера				
Действительное значение угла				
Действительное отклонение				
Заключение о годности объекта измерения (+)- годен, (-)- не годен				

8 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

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 следующим образом:

Таблица 8.1

Наименование инструмента	Тип	Заводской номер	Основные технические характеристики

9 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

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. Каким образом могут быть заданы допуски на угол? Поясните это с помощью рисунка.
4. Чем определяются и от чего зависят величины допустимых отклонений углов от их номинальных значений?
5. В чём заключается методика выбора средств измерений?
6. На каком принципе основано построение нониусных шкал в штангенинструментах?
7. Объясните назначение, правила проверки перед измерением и измерений штангенциркулем и штангенглубиномером.

8. Объясните конструктивные особенности микрометрической головки.
9. Объясните назначение, правила проверки перед измерением и измерений микрометром, микрометрическим нутромером и микрометрическим глубиномером.
10. Объясните конструктивные особенности рычажно-зубчатых головок, индикаторов, приборов на их основе.
11. В чем состоят особенности измерения отклонений формы и расположения поверхностей?
12. Объясните конструктивные особенности индикаторных толщиномеров, стенкомеров, глубиномеров и нутромеров.
13. Объясните конструктивные особенности индикаторных скоб и методику измерений с их помощью.
14. Объясните конструктивные особенности инструментов на основе пружинных измерительных головок.
15. Какие методы и средства измерения углов Вы знаете? Укажите область применения каждого из них.
16. Какие углы можно измерять с помощью угломера 4-10? Поясните кратко его устройство.
17. Какие углы можно измерять с помощью угломера 1-5? Поясните кратко его устройство.
18. 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. Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении: Учеб. 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. Ч. 2.- Мн.: Изд. МРТИ, 1989. – 53 с.

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

6. ГОСТ 8908-81. Нормальные углы и допуски углов.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ШТАНГЕНЦИРКУЛИ ШЦ-1, ШЦ-11, ШЦ-111

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Штангенциркули служат для измерения наружных и внутренних размеров, глубины, высоты, а также для разметки деталей и являются самыми распространенными инструментами.

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 нониуса: для ШЦ- I- 0.1 мм ; для ШЦ- II и ШЦ- III - 0,1 или 0,05 мм.

2.3 Допустимая основная погрешность составляет: для ШЦ-I - $\pm 0,05$ мм; для ШЦ- II и ШЦ- III при цене деления нониуса 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 нониуса 0,05 мм - $\pm 0,05$ мм.

3 КОНСТРУКЦИЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ

Штангенциркуль ШЦ-I (рисунок А.1) имеет губки I, расположенные по разные стороны от штанги 2, отдельно для измерения наружных и внутренних размеров деталей. Губки для внутренних измерений расположены так, что при измерении получают непосредственно размер отверстия. Губки для наружных измерений в концевых частях изготавливаются тоньше, что дает возможность измерить размеры в узких местах (канавках, проточках, выточках). Эти поверхности не следует использовать при обычных измерениях, иначе они быстро изнашиваются. 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.

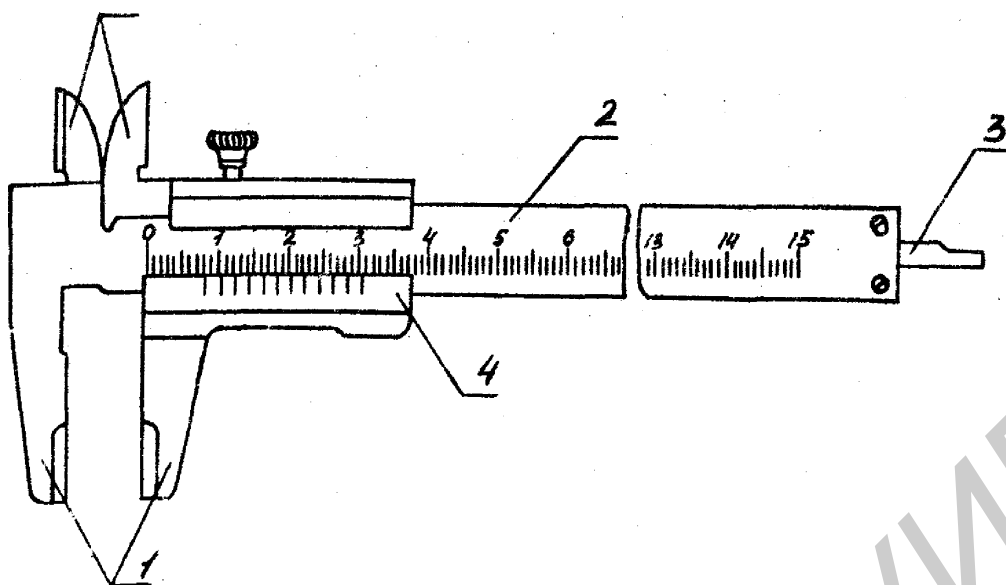


Рисунок А.1

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯМИ

Перед тем, как производить измерения, штангенциркуль следует проверить. У исправного инструмента сдвинутые губки должны плотно соприкаться (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 надо смотреть на шкалу под прямым углом, иначе неизбежны ошибки вследствие параллакса.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРЫ 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 (рисунок Б.1) имеет основание 2 с плоской измерительной поверхностью. С основанием как 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.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ШТАНГЕНГЛУБИНОМЕРОМ

В процессе измерения штангенглубиномер устанавливается измерительной поверхностью основания на базовую плоскость детали, а штанга вводится в от-

верстие, глубина которого измеряется. Отсчет показаний производится так же, как у штангенциркуля

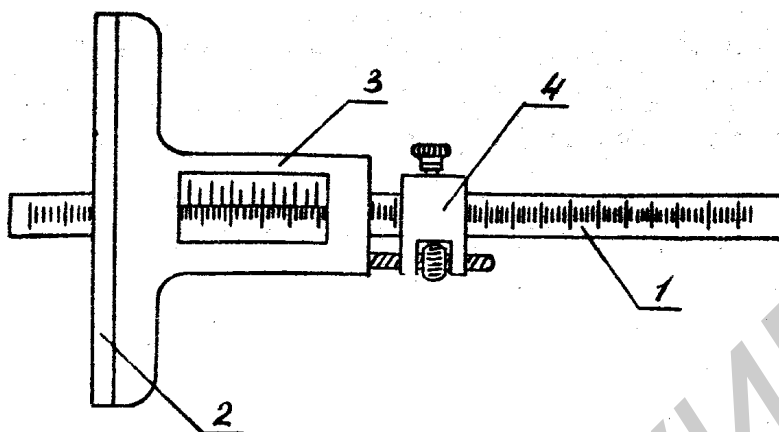


Рисунок Б.1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

МИКРОМЕТР 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

Все микрометры (рисунок В.1) состоят из микрометрической головки 1, измерительного стержня микровинта 2, пятки 4, скобы 5 и стопора 6. К микро-

метрам с пределами измерений более 25 мм для их проверки придают специальные установочные меры 3.

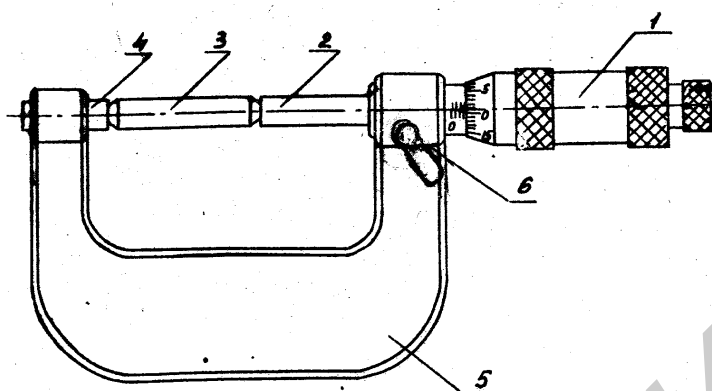


Рисунок В.1

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 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 поверхностями 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, ина-

че 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 Г

МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ НУТРОМЕР 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 рисунке Г.1. 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.

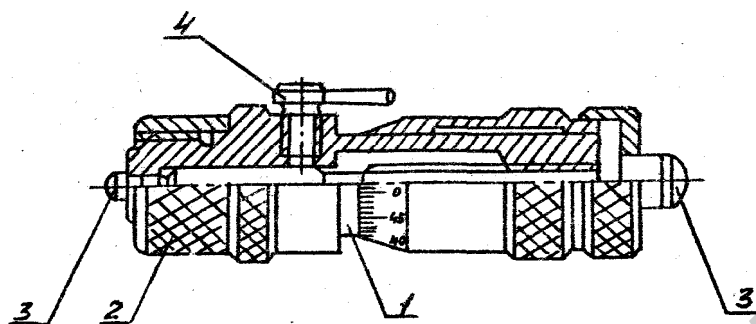


Рисунок Г.1

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 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 оси. В противном случае можно получить результат измерения, больший (когда инструмент не будет перпендикулярен оси) или меньший действительного (когда измеряется не диаметр, а хорда).

После осуществления надежного упора обеих 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 Д

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 (рисунок Д.1) 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 как при ввинчивании микровинта по часовой стрелке показания глубиномера возрастают.

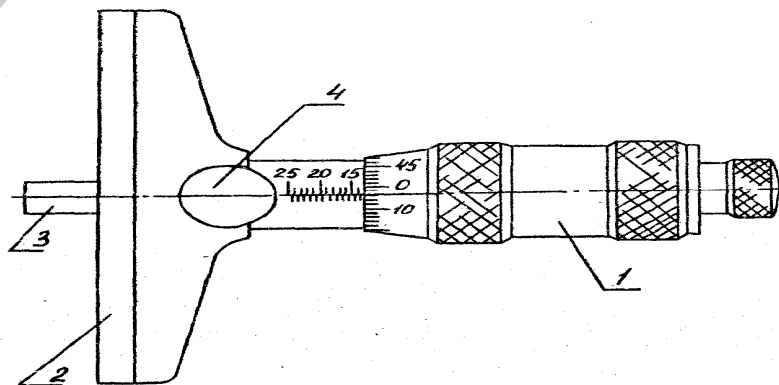


Рисунок Д.1

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 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 Е

ИНДИКАТОРНАЯ СКОБА СИ

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Индикаторные скобы типа СИ предназначены для измерения размеров деталей 9-12 квалитетов точности.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Диапазон измерения составляет 0-50 мм.

2.2 Диапазон отсчётного устройства составляет ± 3 мм.

2.3 Цена деления отсчётного устройства составляет 0,01 мм.

2.4 Допустимая основная погрешность составляет $\pm 0,005$ мм на участке шкалы $\pm 0,1$ мм от нулевого штриха; $\pm 0,008$ мм на участке шкалы свыше $\pm 0,1$ мм от нулевого штриха.

3 КОНСТРУКЦИЯ ИНДИКАТОРНОЙ СКОБЫ

Общий вид индикаторной скобы приведен на рисунке Е.1. В корпусе 1 с одной его стороны установлен индикатор 5 часового типа с арретиром 6. Подвижная пятка 4 постоянно отжимается в сторону объекта измерения измерительным наконечником индикатора и специальной пружиной. Переставная пятка 3 при освобожденном стопоре 2 и снятом колпачке может перемещаться в пределах до 50 мм. Упор 7 при настройке скобы устанавливается так, чтобы линия измерения проходила через ось объекта измерения. Индикаторы скобы снабжены накладками 8 из теплоизоляционного материала.

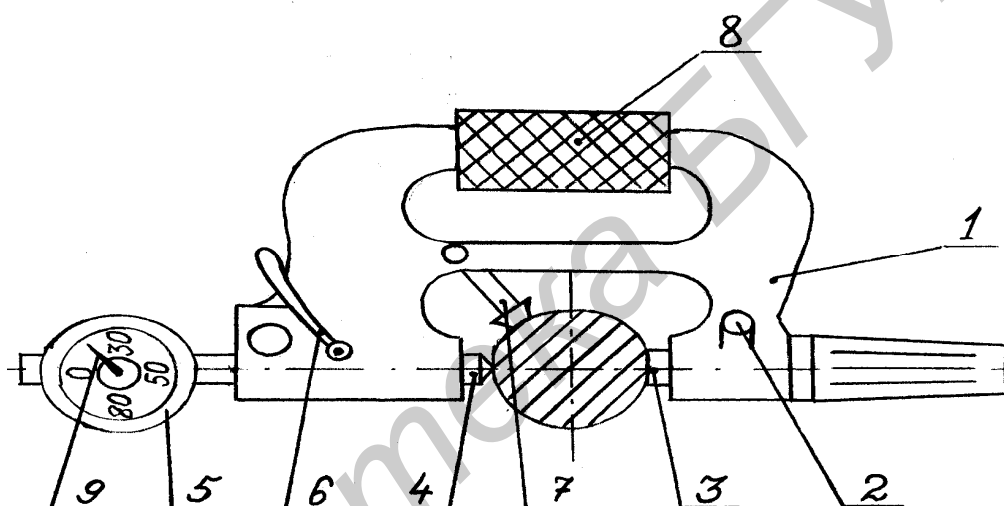


Рисунок Е.1

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ИНДИКАТОРНОЙ 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 устрой-

ства. 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 ПКМД и отклонения по шкале отсчетного устройства.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

УГЛОМЕР 4-10

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Угломер 4-10 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 $10'$.

2.3 Допустимая погрешность измерения углов (по нониусу) не более $\pm 10'$.

3 КОНСТРУКЦИЯ УГЛОМЕРА

Угломер 4-10 (рисунок Ж.1) состоит из основания в виде полудиска 1 с нанесенной на нем шкалой (от 0 до 90° и от 90° до 180° через 1°). Подвижная линейка 2 шарнирно связана с основанием и выполнена как одно целое с нониусом 3. Ось шарнира угломера совпадает с центром шкалы и центром нониуса. При измерении углов от 0 до 90° объект измерения располагается справа от подвижной линейки, а при измерении от 90° до 180° – слева.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ УГЛОМЕРОМ

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.

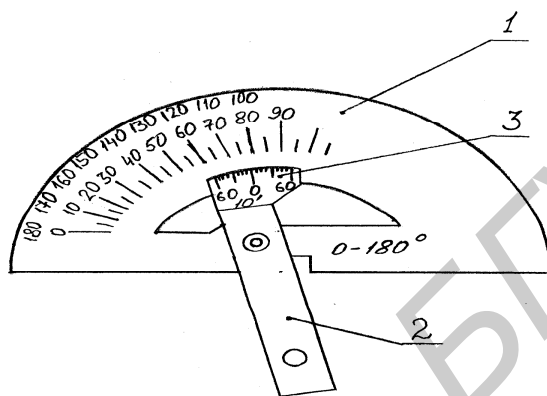


Рисунок Ж.1

ПРИЛОЖЕНИЕ И

УГЛОМЕР 1-5

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Угломер 1-5 предназначен для измерения наружных (внешних) углов.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Диапазон измерения наружных углов - 0-180°.

2.2 Цена деления по нониусу составляет 5'.

2.3 Допустимая погрешность измерения углов (по нониусу) не более $\pm 5'$.

3 КОНСТРУКЦИЯ УГЛОМЕРА

Угломер 1-5 (рисунок И.1) 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 I. 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.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ 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 нониусе.

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° .

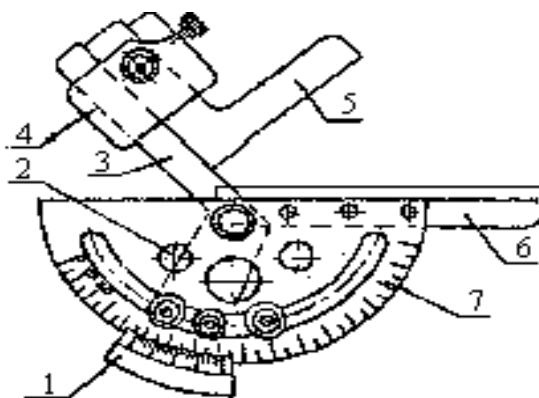


Рисунок И.1

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе Т.1Б

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ

для студентов электро- и радиотехнических

специальностей

Составители: Кострикин Анатолий Михайлович
Дерябина Марина Юрьевна

Ответственный за выпуск А.М. Кострикин
Редактор Н.В.Гриневич

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16

Бумага Усл.печ.л.

Уч.-изд.л.

Печать офсетная

Заказ .

Тираж 100 экз.

Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники

Отпечатано в БГУИР. Лицензия ЛП N 156. 220027, Минск, П.Бровки, 6