

## ВВЕДЕНИЕ

Форма деталей и соотношение их размеров существенным образом влияют на конфигурацию и конструктивные особенности измерительных средств, а техника измерений – на точность измерения и качество изготовления изделий, проявляющееся через погрешность отсчетных устройств.

Штангенприборы – простейшие универсальные измерительные средства по конструкции и технике измерения, позволяющие обеспечивать изготовление деталей, к точности размеров которых не предъявляется высоких требований. Они имеют наиболее широкое применение в машиностроении и ремонтном производстве и позволяют быстро выполнять необходимые измерения и контроль размеров при работе на различном станочном оборудовании и выполнении слесарных работ. К числу штангенприборов относятся штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы. Это штриховые инструменты, которые производят измерения абсолютным способом.

**Цель работы** – изучение конструкции штангенприборов, овладение техникой измерения и пользования ими.

### Материальное обеспечение

1. Методические указания к лабораторным занятиям.
2. Штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы с ценой деления нониуса 0,1; 0,05 мм.
3. Поверочная плита, стойки, детали и их рабочие чертежи.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Штангенциркули

**Назначение.** Штангенциркули (ГОСТ 166–89) предназначены для измерения наружных и внутренних размеров деталей, канавок на наружных и внутренних поверхностях, проточек, глубин и уступов, выступов, расстояний между осями отверстий малых диаметров, толщины стенок труб, для выполнения слесарных, инструментальных и разметочных работ. Таким образом, разнообразие видов выполняемых работ привело к созданию универсального измерительного средства, в

комбинации которого совмещены ряд независимых устройств по назначению и исполнению.

Штангенциркули изготавливают следующих основных типов:

I – двусторонние с глубиномером (рис. 1,а);

T-1 – односторонние с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов (рис. 1,б);

II – двусторонние (рис. 1,в);

III – односторонние (рис. 1,г).

с отсчетом по нониусу (ШЦ) (рис. 1) или с отсчетом по круговой шкале (ШЦК) модели 124 (рис. 3,а), а также с цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ) (рис. 3,б).

Основная метрологическая характеристика всех типов штангенциркулей приведена в табл.1.

Таблица 1. Метрологическая характеристика штангенциркулей, мм

Тип прибора	Предел измерения	Значения отсчета по нониусу	Допускаемая погрешность
ШЦ-1	0...125	0,1	$\pm 0,05/0,1$
ШЦ-11	0...160	0,05	$\pm 0,05$
ШЦ-111	0...400	0,1	$\pm 0,05/0,1$
ШЦК Мод.124-1	0...125	0,1 0,05	$\pm 0,08$ $\pm 0,04$
ШЦЦ	0...300 0...500	0,01 0,01	$\pm 0,04$ $\pm 0,05$

Примечание: 0,05 – для класса точности 1; 0,1 – для класса точности 2.

Конструктивно штангенциркули различаются по величине, форме губок и подвижной рамки и по точности.

**Устройство.** Штангенциркуль (рис.1) состоит из штанги 1, изготовленной монолитно с неподвижной измерительной губкой 7, 8, и рамки 2, конструктивно совмещенной с другой подвижной измерительной губкой 7, 8. Гребенка служит для перемещения подвижной части при проведении измерительных операций.

По форме измерительных губок различаются следующие модели:

– с двухсторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и глубиномером для измерения глубин, длин;

– с двухсторонним расположением губок для измерения наружных и внутренних размеров и для разметки;

– с односторонними губками.

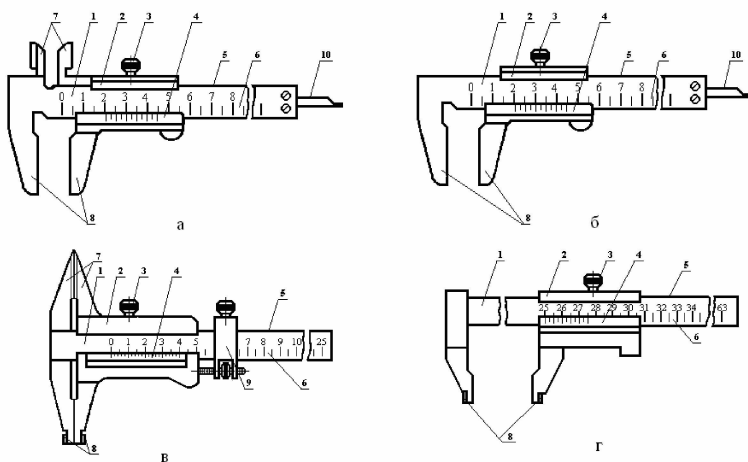


Рис. 1. Штангенциркули и их типы: а – двухсторонний с глубиномером (I); б – односторонний с глубиномером и измерительными поверхностями из твёрдых сплавов (Г-1); в – двухсторонний (II); г – односторонний (III); 1 – штанга; 2 – рамка; 3 – зажимный винт; 4 – нониус; 5 – рабочая поверхность штанги; 6 – шкала штанги; 7 – губки с плоскими и цилиндрическими измерительными поверхностями для измерения наружных и внутренних размеров (в и г) и с кромочными измерительными поверхностями для измерения внутренних размеров (а); 8 – губки с кромочными измерительными поверхностями (в) и плоскими измерительными поверхностями (а и б) для измерения наружных размеров; 9 – устройство для тонкой установки рамки (в); 10 – глубиномер (а и б).

Каждая губка имеет две измерительные поверхности – внутреннюю (плоскую) и наружную (цилиндрическую). Внутренними губками измеряют наружные размеры, а цилиндрическими – внутренние.

Губки для измерения внутренних размеров имеют два варианта исполнения:

губки, перекрывающиеся или соприкасающиеся (7), имеющие ножевидную форму; при их использовании сразу получается измеряемый размер;

губки (8), выполненные ступенчатыми, имеющие определенный суммарный размер (10 или 20 мм), намаркированный на них, который следует прибавлять к отсчитываемому размеру.

Для измерения проточек, канавок, резьб и т.д. измерительные губки имеют скосы на клин на рабочих поверхностях. Для проведения раз-

метки используются острозаточенные концы измерительных губок, а модели ШЦ-II для этой же цели могут снабжаться сменными разметочными устройствами.

С обратной стороны штанги выполнен продольный паз, в котором находится и перемещается ножка глубиномера.

Глубиномер, связанный с подвижной рамкой, служит для измерения глубин глухих отверстий, уступов, выступов, длин хвостовиков валов и т.д. При сдвинутых губках (нулевое положение) глубиномер находится заподлицо с торцом штанги. При раздвигании губок штангенциркуля он выступает настолько, насколько раздвинуты губки или позволяет измеряться глубина.

Для измерения наружных размеров и глубин в условиях повышенного абразивного изнашивания рабочие поверхности оснащены твердым сплавом по ГОСТ 3882.

Во всех моделях штангенциркулей перемещения рамки 2 могут быть зафиксированы в любом положении на штанге зажимным винтом 3. Для обеспечения поджима подвижной рамки и измерения в специальный паз рамки устанавливается стальная пружина или бронзовый, слегка изогнутый размерный вкладыш.

Штангенциркули типа II (рис. 1,в) имеют устройство для микрометрической подачи подвижной рамки (тонкой настройки), состоящее из хомутика со стопором, гайки подачи и микровинта. Микроподача используется для повышения точности измерения размеров и облегчения точной установки требуемого размера при выполнении разметочных или слесарных работ.

Отсчетной частью всех конструкций штангенинструментов является основная шкала (линейка), нанесенная на штанге с интервалом в 1,0 мм и проградуированная в сантиметрах, и подвижное линейное устройство – линейный нониус, выполненный в виде дополнительной линейки со шкалой для отсчета дробных долей интервала основной шкалы. Наименьшая дробная доля миллиметра, отсчитываемая нониусом, называется ценой деления нониуса. Нониус располагается в рамке открытой формы и выполнен утопленной шкалой со скосом, что облегчает отсчет и предохраняет ее от истирания подвижной рамкой. Он может быть подвижным и неподвижным.

Штангенциркули выпускаются с отсчетом по нониусу 0,1 и 0,05 мм двух модулей – 1 и 2 (рис. 2). Штангенциркули модуля 1 с отсчетом по нониусу 0,1 мм имеют шкалу нониуса длиной 9 мм с десятью делениями, а с отсчетом по нониусу 0,05 мм имеют шкалу нониуса

длиной 19 мм, разделенную на 20 частей. Инструмент модуля 1 используется редко. Предпочтительны и более удобны инструменты модуля 2 с растянутыми шкалами. Растянутый нониус с величиной отчета 0,1 мм имеет длину 19 мм, поэтому одно деление шкалы нониуса составляет 1,9 мм, т.е. оно короче двух делений шкалы штанги на 0,1 мм.

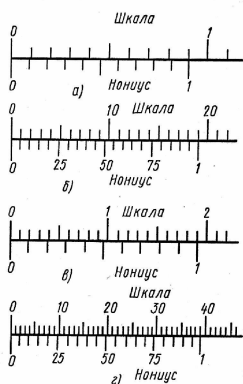


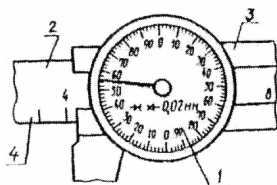
Рис.2. Шкалы штангенприборов: а–модуля 1 с отсчетом 0,1 мм; б–модуля 1 с отсчетом 0,05 мм; в–модуля 2 с отсчетом 0,1 мм; г–модуля 2 с отсчетом 0,05 мм.

Инструменты модуля 2 с отсчетом по нониусу 0,05 мм имеют длину штанги 39 мм, разделенную на 20 частей, т.е. одно деление нониуса равно 1,95 мм, что короче на 0,05 мм двух делений шкалы штанги.

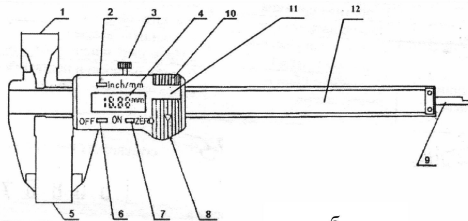
У штангенциркуля с двумя нониусами левый нониус предназначен для наружных измерений, а правый – для внутренних. Такая конструкция штангенциркуля исключает необходимость прибавления к показаниям инструмента толщины губок.

Кроме штангенциркулей с отсчетом по нониусу выпускаются конструкции со стрелочным отсчетным устройством (рис. 3,а). Для этой цели вдоль основной шкалы в специальном пазу штанги установлена зубчатая рейка, соединенная с зубчатым трибом индикаторного устройства, расположенного вместе с круговой шкалой в подвижной рам-

ке. На оси триба закреплена отсчетная стрелка. Шкала индикаторного устройства выполняется поворотной для установки нулевого положения и оснащается зажимным механизмом. Штангенциркули такого типа позволяют упростить и ускорить процесс отсчета показаний при измерении.



а



б

Рис. 3. Отсчетные устройства штангенциркулей: а – с отсчетом по круговой шкале (ШЦК); б – с цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ); 1 – губки для измерения внутренних размеров; 2 – кнопка выбора системы измерения "in/mm"; 3 – зажимный винт; 4 – цифровое отсчетное устройство; 5 – губки для измерения наружных размеров; 6 – кнопка включения "ON/OFF"; 7 – кнопка установки нуля "ZERO"; 8 – крышка батареи; 9 – глубиномер; 10 – крышка разъема для вывода результатов измерений; 11 – рамка; 12 – штанга.

При перемещении рамки по штанге триб, находящийся в постоянном зацеплении с рейкой, вращается вместе со стрелкой, указывающей по делениям шкалы циферблата миллиметры и десятые (сотые) доли миллиметра.

Один оборот триба со стрелкой соответствует 10 мм продвижения рамки по штанге для штангенциркулей с ценой деления 0,1 мм и 5 мм для штангенциркулей с ценой деления 0,05 мм.

У штангенциркулей с цифровым отсчетом (ШЦЦ) встроенная микросхема, работающая от источника питания, преобразовывает перемещение подвижной рамки и выводит результат показания на шкалу прибора (рис. 3,б). Измерения выполняются как в миллиметрах так и в дюймах. Имеется сброс информации.

Для проведения разметочных работ выпускается специальный разметочный штангенциркуль ШЦР, предназначенный для разметки плоскостей на разных высотах и от базовых отверстий. Он комплектуется дополнительными рабочими органами: чертилкой, сменными центрами и уровнем для правильной установки при разметке на разных высотах.

Для построения углов при разметке предназначен штангенциркуль-угломер. На обратной стороне его штанги нанесена шкала в угловых единицах (градусах).

Штангенциркуль ШЦО-III позволяет производить измерения размеров деталей без вывода инструмента из контролируемого отверстия. С этой целью его измерительные губки оснащены парой измерительных наконечников, расположенных перпендикулярно плоскости штанги и измерительных губок.

Все модели штангенциркулей выпускаются закаленными и хромированными.

**Настройка.** Для всех штангенциркулей, а также штангенрейсмасов и штангенглубиномеров настройка проводится аттестованными специалистами при выпуске приборов из производства (первичная поверка) или при прохождении периодической поверки согласно графику поверки средств измерения предприятия.

У правильно настроенного штангенциркуля ноль нониуса совпадает с нулем (началом отсчета) шкалы штанги.

Проверяется нулевая установка стрелки с нулем круговой шкалы штангенциркуля со стрелочным отсчетом. При несовпадении острия стрелки с нулевым делением шкалы необходимо через паз с нижней стороны циферблата повернуть регулировочным штифтом циферблат до совмещения нулевого деления шкалы со стрелкой. Губки штангенциркуля должны быть сдвинуты до соприкосновения.

Для штангенциркулей с цифровым отсчетным устройством нажатием кнопок включения ("ON/OFF") и выбора соответствующей системы измерения ("in/mm") ввести прибор в действие. Далее следует проверить подвижность штанги и убедиться, что цифровое отсчетное устройство и все клавиши работают нормально. Совместить поверхно-

сти губок и нажать кнопку установки нуля ("ZERO") для установки нулевой отметки.

**Подготовка к измерениям.** Выбрать типоразмер штангенциркуля по назначению в соответствии с предполагаемым видом и точностью измеряемых размеров. Рамка механизма микрометрической подачи должна находиться в среднем положении винта продольной подачи.

**Техника измерений.** При измерении наружных размеров детали, закрепленной в патроне станка (рис. 4,а), стойке и т.д., штангенциркуль удерживают правой рукой за штангу так, чтобы полусогнутый большой палец руки упирался в гребенку, переместив подвижную губку на размер, несколько больший, чем измеряемый.левой рукой слегка прижимают неподвижную губку к проверяемой поверхности. У цилиндрических поверхностей диаметр деталей меньших размеров должен совпадать со серединой губки. Измерительные поверхности губок доводят до соприкосновения с проверяемой поверхностью необходимым измерительным усилием, достигаемым легким контактированием инструмента относительно измерительной поверхности, поддерживая штангу в горизонтальном положении. Поверхности измерительных губок должны быть параллельны боковой поверхности детали, а штанга будет при этом располагаться перпендикулярно к этой поверхности. Перекос губок устраняется колебанием инструмента в плоскости штанги. Степень их прижатия контролируется сопротивлением перемещению губок по измеряемому размеру. Штангенциркуль фиксируется в требуемом положении, а рамка пальцами левой руки стопорным винтом. Инструмент снимается с детали и считывается результат.

При измерении незакрепленной детали (рис. 4,б) левой рукой, находящейся за губками, захватывают деталь недалеко от губок, а правой рукой перемещают рамку до соприкосновения подвижной губки с проверяемой поверхностью, не допуская перекоса губок и добиваясь нормального измерительного усилия. В таком положении, не снимая штангенциркуля и не стопоря рамки винтом, считывают результат.

Измерения внутренних размеров деталей (рис. 4,в) производятся соответствующими измерительными губками. Устанавливают размер, несколько меньший измеряемого, и вводят губки в отверстие. Пальцами левой руки раздвигают губки и обеспечивают степень их прижатия с необходимым измерительным усилием. Положение губок относительно внутренних цилиндрических поверхностей должно быть таким, чтобы линия измерения размера проходила через диаметр отверстия, а для избежания перекоса при проверке измерительного усилия переме-

щением губок в вертикальной плоскости надо опираться на средние пальцы рук, установив их возле губок (рис. 4,г). Затем стопорят рамку винтом, вынимают губки штангенциркуля из отверстия и считывают результат.

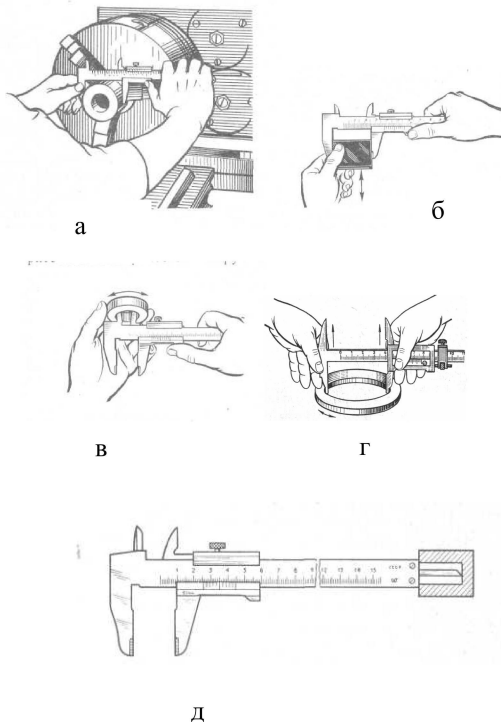


Рис. 4. Техника измерения размеров деталей штангенциркулем: а – закрепленной детали в патроне станка; б – незакрепленной детали; в и г – внутренних размеров изделий; д – глубины глухих отверстий.

При измерении глубины и других размеров (рис. 4,д) штангенциркуль левой рукой за неподвижную губку упирают торцом штанги в плоскость детали под прямым углом, а правой рукой перемещают рамку до упора линейки глубиномера с нормальным измерительным усилием. Стопорят рамку винтом, вынимают штангенциркуль и считывают результат.

**Применение микрометрической подачи.** Перемещают рамку микрометрической подачи на середину винта продольной подачи. Приблизительно устанавливают контролируемый размер (при наружном измерении несколько больше, а при внутреннем несколько меньше контролируемого размера), закрепляют винтом рамку микрометрической подачи. Вращением гайки микрометрической подачи перемещают рамку до создания необходимого измерительного усилия при измерении либо до установления требуемого размера по шкале штанги и стопорят винтом рамку.

**Съем информации.** При чтении показаний штангенциркуля (рис.5) следует держать перед глазами так, чтобы угол зрения и рисунок шкалы линейки и нониуса, показывающих размер, составлял  $90^\circ$ , т.е. был прямым. Риски шкалы линейки и нониуса должны совпадать настолько, что получается прямая линия – при этом предотвращается искажение результата измерения.

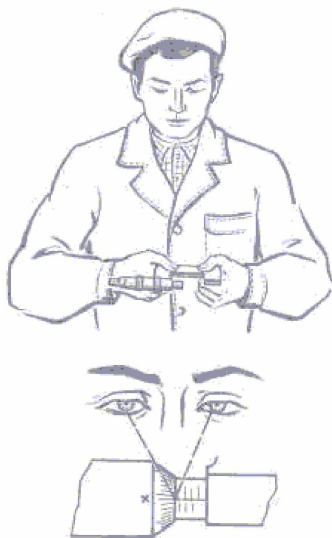


Рис.5. Съем информации с показаний штангенциркуля.

Результат измерения состоит из суммы нижнего предела измерения инструмента и показаний, отсчитываемых по его отсчетному устройству – целой и дробной части. До нуля нониуса с левой стороны по шкале линейки считываются целые значения размера. После нуля но-

ниуса с правой стороны по шкале нониуса считывается дробная часть (доли миллиметров) – первая ближайшая по счету от нуля риска нониуса, совпадающая с риской основной шкалы, умноженной на цену деления нониуса, либо сразу по шкале нониуса считывается результат. Сложив полученные результаты, получают размер. Например,  $25+(5 \times 0,05)=25,25$  мм, или  $25+0,25=25,25$  мм. У штангенциркулей с другим начальным отсчетом (250–630) результат будет следующим: например,  $250+25+0,25=275,25$  мм.

При внутренних измерениях к показаниям штангенциркуля прибавляется толщина губок, указанная на них, например,  $10+25+0,25=35,25$  мм.

У штангенциркулей со стрелочным отсчетом необходимо по шкале штанги определить десятки миллиметров, а по круговой шкале – миллиметры (оцифрованные деления) и десятые (сотые) доли миллиметра.

После измерения следует развести измерительные губки на 2...3 мм и ослабить зажимы рамки.

Пример условного обозначения штангенциркуля типа II с диапазоном измерения 0–250 мм и значением отсчета по нониусу 0,05 мм:

штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

То же штангенциркуля типа II с диапазоном измерения 250–630 мм и значением отсчета по нониусу 0,1 мм, класс точности 1:

штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1-1 ГОСТ 166-89.

То же штангенциркуля типа I с диапазоном измерения 0–150 мм и ценой деления круговой шкалы 0,02 мм:

штангенциркуль ШЦК-I-150-0,02 ГОСТ 166-89.

То же штангенциркуля типа I с диапазоном измерения 0–125 мм с шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм:

штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89.

## 1.2. Штангенрейсмасы

**Назначение.** Штангенрейсмасы (ШР) в основном предназначены для выполнения контрольных и разметочных работ от плоскости поверочной плиты, но могут применяться и для измерения высот, уступов, глубин проточек, пазов и глухих отверстий от базовой плоскости изделия, а также для разметки крупногабаритных сложных заготовок, обрабатываемых на горизонтально-расточных или фрезерных станках в единичном производстве.

**Устройство.** Штангенрейсмас (ГОСТ 164–80) представляет собой конструкцию измерительного устройства, предназначенного для измерения размеров деталей и проведения разметочных работ от базовой плоскости изделия. У него одна губка делается неподвижной, обеспечивающей постоянную базу, а вторая выполняет измерительные и разметочные функции.

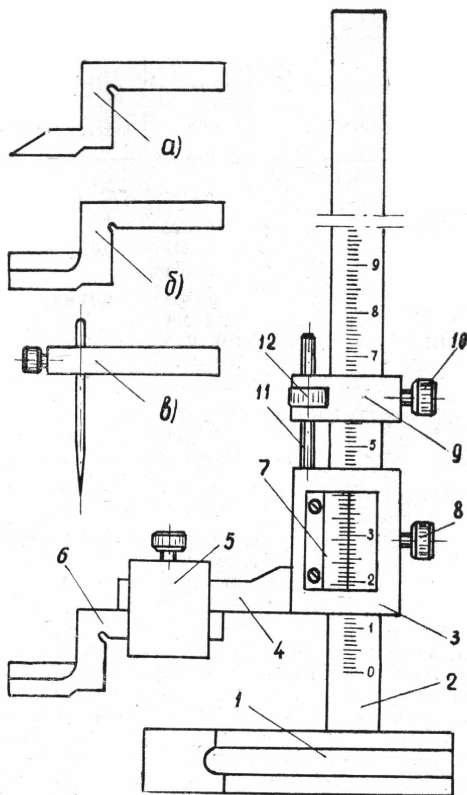


Рис.6. Штангенрейсмас:

1 – основание; 2 – штанга; 3 – рамка; 4 – присоединительная губка; 5 – хомутик; 6 – мерительная ножка; 7 – нониус; 8 и 10 – стопорные винты; 9 – хомутик микроподачи; 11 – микровинт; 12 – гайка микроподачи.

Штангенрейсмас (рис. 6) состоит из массивного основания 1 с жестко закрепленной в нем вертикально штанги 2, по которой перемещается подвижная рамка 3 с монолитно изготовленной губкой 4, и механизма микрометрической подачи. Основание 1 имеет профильный глухой паз для удобства и простоты обращения с измерительными ножками, которые по необходимости хомутиком 5 присоединяются к губке 4. Отсчетное устройство включает проградуированную измерительную линейку, нанесенную на штанге, и нониус, вмонтированный в рамку. В набор инструмента входят три типа сменных ножек. Ножка *a* имеет остро отточенную и закаленную рабочую кромку либо армируется вставкой из твердого сплава и предназначена для выполнения разметочных работ, но может использоваться и для измерений размеров нижней измерительной поверхности. Ножка *б* имеет две измерительные поверхности, из которых верхняя (с острым ребром двухгранной призмы шириной не более 0,2 мм) служит для внутренних измерений, а нижняя (плоская) – для наружных. Разница в уровнях измерения, определяемая толщиной измерительной ножки, указана цифрой (10) на ее боковой поверхности. Чтобы измерительная поверхность ножек совпадала с плоскостью основания, ножки делают коленчатыми. Третий тип ножки представляет собой державку *в*, к которой присоединяется игла, обеспечивающая производство замеров высот или глубин поверхностей, расположенных в труднодоступных местах.

У штангенрейсмаса повышенного качества положение основания, находящегося в противоположной стороне от губки рамки, позволяет вплотную приблизить изделие к штанге, а регулирование вертикального положения штанги удобно при установке прямого угла.

Также выпускаются модели штангенрейсмасов, подвижная рамка которых оснащается рычажной измерительной головкой или рычажным индуктивным прибором с блоком цифрового отсчета.

Метрологическая характеристика выпускаемых штангенрейсмасов приведена в табл.2.

**Подготовка к измерениям.** Выбрать типоразмер штангенрейсмаса в соответствии с точностью предполагаемых работ и укомплектовать его измерительными наконечниками соответствующих видов. Рамку механизма микрометрической подачи устанавливают в среднее положение по винту продольной подачи. Перед измерением проверяют нулевую установку инструмента, для чего рамку с ножкой опускают до соприкосновения с плитой или выбранной базовой плоскостью. При

этом нулевое деление нониуса должно совпадать с нулевым делением шкалы линейки на штанге.

**Техника измерений.** При выполнении разметки размер по шкалам линейки штанги и нониуса устанавливают заранее механизмом микрометрической подачи и рамку стопорят. Риску на поверхности размечаемой детали прочерчивают острым концом прижатой ножки **а** при перемещении штангенрейсмаса правой рукой по поверхности поверочной плиты (базовой плоскости детали), а деталь левой рукой прижимают к плите.

Таблица 2. Метрологическая характеристика штангенрейсмасов, мм

Тип прибора	Пределы измерения	Цена деления нониуса	Вылет ножек	Допускаемая погрешность		
				для участка шкалы	при значении отсчета по нониусу	
					0,1	0,05
ШР	0–250	0,05	50	До 630	–	±0,05
	40–400 60–630		80			
	100–1000 600–1600	0,1	125	До 630	±0,1	–
	1500–2500		160	Св.630 до 1000 Св.1000 до 1600 Св.1600 до 2500	±0,1 ±0,15 ±0,2	– – –
Штангенрейсмас со стрелочным отсчетом						
Мод. БВ-6226	0–250	По шкале 0,05	50	0-250	–	±0,05

При измерении высоты детали рамку с ножкой **б** опускают (поднимают) правой рукой, немного не доводя ее до измеряемой поверхности детали (рис. 7 а,б). Затем с помощью микрометрической подачи ножку доводят до соприкосновения с деталью, прижимаемой левой рукой к плите, и в данном положении рамку стопорят винтом.

При этом при измерении размера острой кромкой (внутренних размеров) деталь не должна отрываться от плоскости поверочной плиты, а при измерении размеров плоской поверхностью ножки штангенрейсмаса не должен отрываться от поверхности поверочной плиты. Правильность установки определяется перемещением детали или штангенрейсмаса по плоскости поверочной плиты либо на просвет между плоскостями детали и инструмента с поверочной плитой.

При измерении размеров с помощью ножки  $\psi$  иглу опускают в углубление до упора в измеряемую поверхность и рамку стопорят винтом (рис. 7,в).

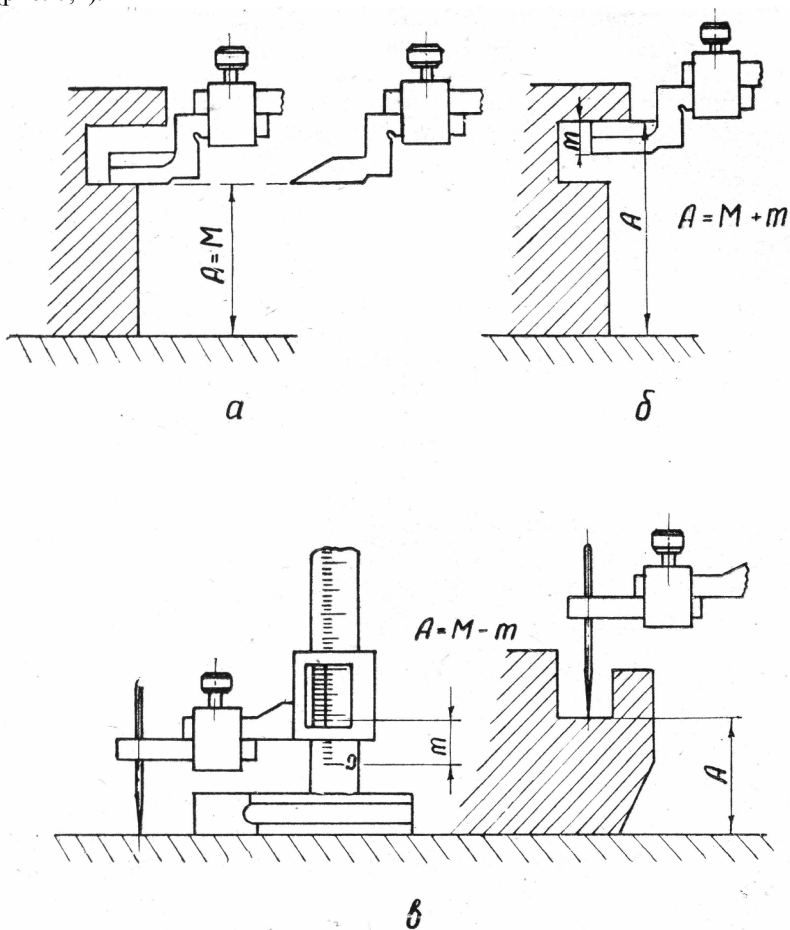


Рис.7. Примеры измерения штангенрейсмасом: а – с использованием нижней измерительной поверхности ножек; б – с использованием скошенной кромки измерительной ножки; в – с использованием иглы.

**Съем информации.** Считывание показаний шкал штангенрейсмаса выполняется аналогично, как и у штангенциркуля. При измерении размеров внутренних поверхностей к показаниям инструмента необходимо прибавлять толщину (10) ножки **б**, намаркированную на боковой поверхности, например  $10+25+0,25=35,25$  мм.

При измерении размеров глубин с помощью иглы от показания шкалы штангенрейсмаса необходимо вычесть величину **т**, которая соответствует положению рамки, когда острое ножки находится в одной плоскости с плоскостью основания инструмента, например  $55,25-30,15=25,10$  мм.

### 1.3. Штангенглубиномеры

**Назначение.** Штангенглубиномеры (ШГ) предназначены для измерения глубин пазов, отверстий, выточек, канавок, пазов и уступов деталей, а также высот выступов.

Штангенглубиномер (ГОСТ 162–80) представляет собой конструкцию отдельно взятого глубиномера штангенциркуля с аналогичным отсчетным устройством.

**Устройство.** Штангенглубиномер (рис. 8) состоит из основания – траверсы 2 с тщательно обработанной плоскостью, перпендикулярной к направлению движения штанги, к которому винтом продольной подачи крепится микрометрическая подача. Измерительная поверхность основания по площади значительно больше измерительной

поверхности штанги, что обеспечивает устойчивость штангенглубиномера при измерении и возможность его применения при измерении глубин в отверстиях и пазах небольших размеров.

Кроме основной модели ШГ (табл. 3), существуют также штангенглубиномеры с заостренной штангой 2ШГ (для измерения глубин в труднодоступных местах), а также с уступом на конце штанги 3ШГ (для измерения размеров выступов и Т-образных пазов). Для увеличения срока службы торцев штанги выполняется из твердого сплава.

Таблица 3. Метрологическая характеристика штангенглубиномеров, мм

Тип прибора	Пределы измерения	Значения отсчета по нониусу	Вылет ножек	Допускаемая погрешность	
				для участка шкалы	по нониусу
ШГ	0–160	0,05	–	–	±0,05
	0–200		–	–	
	0–250		120	Св. 0 до 400	
Штангенглубиномер со стрелочным отсчетом					
Мод. БВ-6232	0–250	по шкале 0,05	75	0–250	±0,05

**Подготовка к измерениям.** Выбрать типоразмер штангенглубиномера в соответствии с предполагаемым видом и точностью измеряемых размеров. При соприкосновении измерительных поверхностей основания и штанги с плоскостью поверочной плиты или лекальной линейкой нулевые штрихи нониуса и штанги должны совпадать. Рамка механизма микрометрической подачи должна находиться в среднем положении винта продольной подачи.

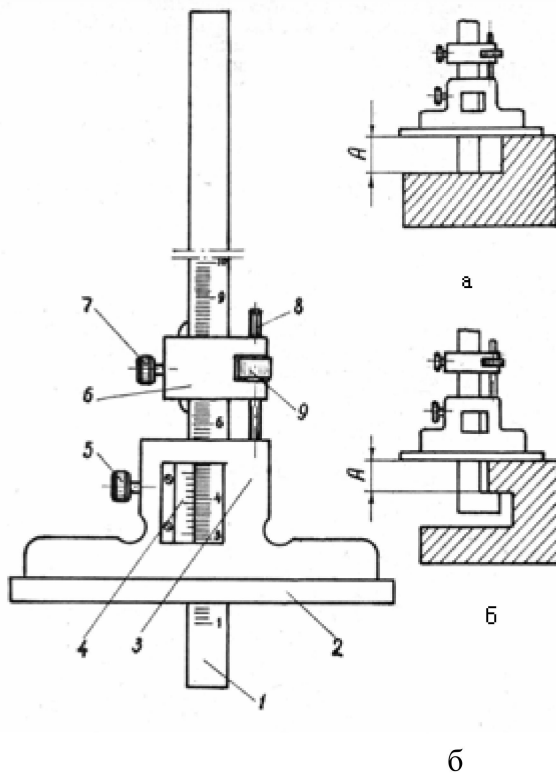


Рис.8. Штангенглубиномер: 1 – штанга; 2 – траверса; 3 – рамка; 4 – нониус; 5 и 7 – стопорный винт; 6 – хомутик; 8 – микровинт; 9 – гайка микроподачи.

**Техника измерений.** При измерении глубин и других однотипных размеров (рис.8,а) следует левой рукой плотно прижать в устойчивом

положении без перекоса основание к поверхности детали, а правой рукой довести штангу до легкого соприкосновения с измеряемой поверхностью. В этом положении застопорить винт рамки микрометрической подачи, и вращая гайку продольной подачи, обеспечить полный контакт измерительной поверхности штанги с поверхностью детали. Застопорить винтом штангу в рамке основания. При измерении высот буртиков и заплечиков (рис. 8,б) штангенглубиномером типа ЗШГ штангу перемещают механизмом микрометрической подачи вверх, обеспечивая контакт с измеряемой поверхностью.

**Съем информации.** Определение результата измерения проводится аналогично, как и при использовании штангенциркуля.

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с методическими указаниями к лабораторным занятиям.

2. Изучить конструкции штангенприборов, овладеть техникой пользования ими при измерениях и других видах работ.

3. Произвести необходимые измерения размеров деталей с достоверной точностью и нанести их на эскиз согласно требованиям (приложение).

4. Сравнить действительные размеры с нормируемыми параметрами и сделать заключение о годности детали.

Все машины и механизмы состоят из узлов и агрегатов, включающих в себя большое множество деталей различных форм и назначения и обладающих определенными размерными характеристиками, и связаны. Они классифицируются на охватываемые (внутренний диаметр, ширина паза и т.д.), охватываемые (наружный диаметр, толщина бурта, длина пальца и т.д.) и открытые (длина хвостовика вала, глубина отверстия, крышки корпуса и т.д.), которые в свою очередь могут быть по друг к другу сопрягаемыми и несопрягаемыми.

На сопрягаемые размеры, характеризующие стандартными посадками предельные отклонения устанавливаются по полям допусков посадок системы ЕСДП.

На сопрягаемые размеры, характеризующие нестандартными посадками, предельные отклонения устанавливаются при их нормировании и указываются в технической документации.

На несопрягаемые размеры предельные отклонения устанавливаются по следующему правилу:

на охватывающие размеры предельные отклонения направляются в плюс (+), как на основное отверстие (H);

на охватываемые – в минус (-), как на основной вал (h);

на открытые – симметрично:

$$\pm \frac{ITN}{2},$$

где N – квалитет, используемый для открытых размеров (12, 14, 16 и 17).

Охватываемые размеры измеряются измерительными поверхностями приборов для наружных измерений, охватывающие – измерительными поверхностями для внутренних измерений, а открытые – линейками глубиномеров, штангенглубиномерами и при необходимости штангенрейсмасами.

Деталь считается годной, если ее действительный размер входит в допуск размера, ограничиваемого предельными размерами:

для отверстия  $D_{\min} \leq D_e \leq D_{\max};$

для вала  $d_{\min} \leq d_e \leq d_{\max}.$

Если  $D_e < D_{\min}$  и  $d_e > d_{\max}$  – это брак, который можно исправить, а если  $D_e > D_{\max}$  и  $d_e < d_{\min}$  – это брак который, исправить нельзя.

5. Вынести суждение о возможности использования штангенприборов, имеющихся на рабочем месте, для измерений указанных размеров деталей.

6. Составить метрологическую характеристику средств измерений (табл. 6).

Таблица 6. Метрологическая характеристика штангенприборов, используемых при измерениях, мм

Название прибора	Предел измерения	Цена деления шкалы нониуса	Предельная погрешность, $\pm \Delta_{lim}$
Штангенциркуль ШЦ-1			
Штангенциркуль ШЦ-11			
Штангенциркуль ШЦ-111			
Штангенциркуль ШЦК мод.124-1			
Штангенциркуль ШЦЦ-1			
Штангенглубиномер ШГ 400			
Штангенрейсмас мод. ШР-250-2М			

Работу выполнил \_\_\_\_\_  
ф и о студента

Работу принял \_\_\_\_\_  
подпись, дата

## Контрольные вопросы

1. Какие средства измерений имеются на рабочем месте?
2. Каким способом измеряют эти средства? В чем заключается суть используемого способа измерений?
3. Какой ценой деления нониуса выпускаются штангенприборы? Как устанавливается предельная погрешность средств измерений?
4. Для чего предназначен штангенциркуль (штангенглубиномер, штангенрейсмас)?
5. Расскажите устройство штангенциркуля (штангенглубиномер, штангенрейсмаса)?
6. Какое из средств измерений, имеющихся на рабочем месте, является наиболее универсальным и почему?
7. Изложите конструктивные и технологические особенности рабочих элементов (наконечников) штангенциркулей (штангенглубиномеров, штангенрейсмасов).
8. Назначение и пользование механизма микрометрической подачи.
9. Подготовка к работе штангенциркуля (штангенглубиномера, штангенрейсмаса) и пользование им.
10. Съём информации с показаний штангенциркуля (штангенглубиномера, штангенрейсмаса).
11. Что такое допуск размера и как он определяется?
12. Как определяется действительный размер и предельные размеры детали?
13. Как устанавливается годность детали?
14. Какие существуют виды браков и при каких условиях они проявляются?
15. Что такое поле допуска и что оно включает?
16. Как назначаются предельные отклонения (+, -, ±,  $\begin{smallmatrix} + \\ + \end{smallmatrix}$ ,  $\begin{smallmatrix} - \\ - \end{smallmatrix}$ )?
17. Можно ли измерить указанные размеры имеющимися средствами измерений на рабочем месте?
18. Как правильно сделать выбор средств измерений с учетом измеряемых размеров?
19. Какие размеры относятся к охватываемым, охватывающим и открытым?
20. Какими измерительными поверхностями и как измеряются охватываемые, охватывающие и открытые размеры?

## ПРИЛОЖЕНИЕ

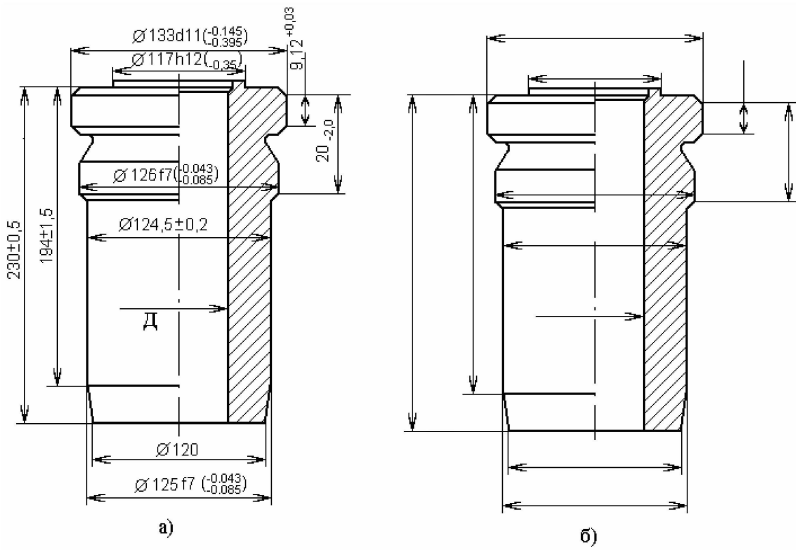


Рис. 1. Гильза: а – нормируемые параметры; б – действительные размеры.

Таблица 1. Характеристика размеров Д

Размер Д, мм	Размерная группа
$\text{Ø}110^{+0,06}_{+0,04}$	Б
$\text{Ø}110^{+0,04}_{+0,02}$	С
$\text{Ø}110^{+0,02}$	М

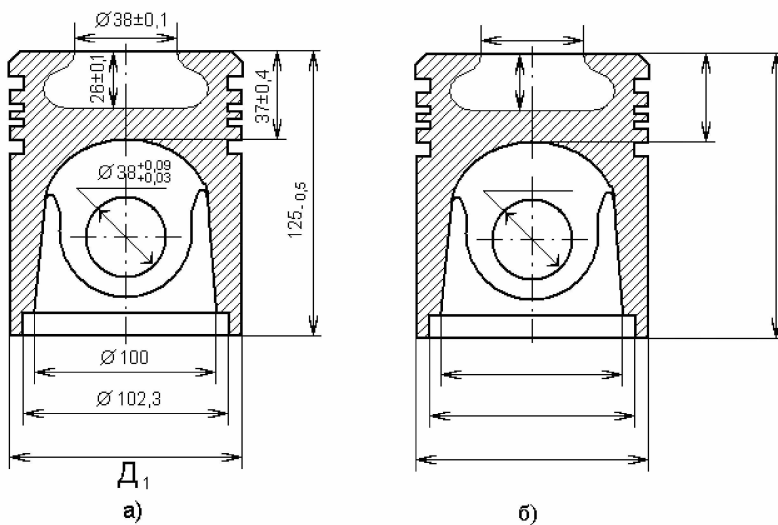


Рис. 2. Поршень: а – нормируемые параметры; б – действительные размеры.

Таблица 2. Характеристика размеров  $D_1$

Размер $D_1$ , мм	Размерная группа
$\varnothing 110^{+0,06}_{-0,08}$	Б
$\varnothing 110^{+0,08}_{-0,10}$	С
$\varnothing 110^{+0,10}_{-0,12}$	М

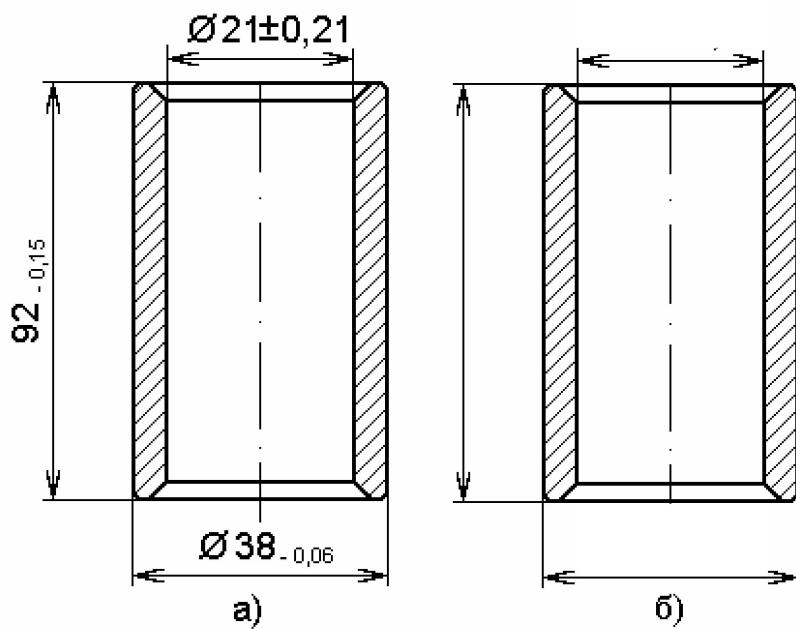


Рис.11. Палец: а – нормируемые параметры; б – действительные размеры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Штангенциркули. ГОСТ 166–89. М.: Изд-во стандартов, 1977.
2. Костин, П.П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов / П.П. Костин. М. : Машиностроение, 1990.
3. Иванов, А.И. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве / А.И.Иванов, А.А. Куликов, Б.С. Третьяков. М.: Колос, 1984.
4. Орлов, Е.Н. Инструментальное хозяйство мастерских колхозов и совхозов / Е.Н. Орлов, В.И. Серебряков. М.: Россельхозиздат, 1980.
5. Захаров, В.И. Взаимозаменяемость, качество продукции и контроль в машиностроении / В.И.Захаров. Л.: Лениздат, 1990.
6. Махоня, И.Т. Справочник инструментальщика по техническим измерениям. / И.Т. Махоня. М.: Машиностроение, 1992.
7. Сушкевич, М.В. Контроль при ремонте сельскохозяйственной техники / М.В. Сушкевич. М.: Агропромиздат, 1988.
8. Башкин, В.И. Справочник молодого слесаря-инструментальщика / В.И. Башкин. М.: Высш. шк., 1991.
9. Серый, И.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / И.С. Серый. М.: Агропромиздат, 1987.