

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по дисциплине:

Метрология, стандартизация, сертификация.

Полесск

2012г.

Разработал: кандидат технических наук, доцент кафедры Механизация сельского хозяйства А.С. Рожков

Практикум предназначен для студентов инженерных специальностей при изучении раздела “Метрология”, дисциплины Метрология, стандартизация, сертификация.

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Лабораторно-практическое занятие №1

Тема: Меры.

Мерами называют средства измерения, воспроизводящие либо единицу измерения, либо ее кратное или дробное значение. К мерам относятся штриховые масштабные линейки, транспортиры, плоскопараллельные меры длины, угловые меры. По конструктивным признакам меры делят на штриховые и концевые. У штриховых мер размер, выраженный в заданных единицах, определяется расстоянием между штрихами, а у концевых — между поверхностями.

Штриховые меры применяют для непосредственного измерения длин и углов. К штриховым мерам длины относят измерительные линейки, складные метры и рулетки.

Измерительные линейки выпускаются по ГОСТу 247—58 из стальной пружинной термообработанной ленты длиной 150, 300, 500 и 1000 мм. Шкала линейек имеет цену деления, равную 0,5 или 1 мм.

К линейкам можно отнести и стальные метры, которые состоят из нескольких одинакового размера линейек (звеньев), шарнирно соединенных между собой. На звеньях имеется шкала с ценой деления 1 мм; сантиметровые деления разделяются более длинными и утолщенными линиями. Длина складных метров раина 1 и реже 2 м, длина звена—100 мм. Точность измерения складными метрами составляет 1 мм, доли миллиметров определяются на глаз. Складные метры изготавливают из холоднокатаной стальной ленты марки У7 или У8.

Рулетки предназначены для измерения значительных длин, когда не требуется большая точность. Рулетка представляет собой стальную или матерчатую ленту, помещенную в пластмассовый или металлический футляр. На ленте нанесена штриховая шкала с миллиметровыми, сантиметровыми, дециметровыми и метровыми делениями. По ГОСТу 7502—69 рулетки изготавливают длиной 1, 2, 5, 10, 20, 30 и 50 м.

Транспортиры служат для измерения углов, если не требуется высокой точности измерения. Они представляют собой полные или половинчатые диски с пределами измерения соответственно 360 или 180°. Цена деления транспортиров равна 0,5 или 1°.

Концевые меры длины. Плоскопараллельные концевые меры длины предназначены для передачи размеров от эталона длины основной световой волны к детали или к изделию — для хранения и передачи единицы длины, проверки и градуировки различных мер и приборов, контроля калибров, деталей штампов и приспособлений, для точных разметочных и координатно-расточных работ, наладки станков и т. п.

ГОСТ 9038—73 распространяется на плоскопараллельные концевые меры длины (рис. 1, а), имеющие форму прямоугольного параллелепипеда или прямого кругового цилиндра с двумя плоскими взаимно параллельными измерительными поверхностями.

Концевые меры длины поставляются в виде наборов и в виде отдельных плиток всех классов. ГОСТом 9038—73 предусмотрен 21 набор, в том числе 1 набор защитных мер. Каждый набор содержит разное количество плиток — от 7 до 112 шт. Номинальные размеры концевых мер длины имеют градацию: 0,001; 0,01; 0,1; 0,5; 10; 25; 50; 100 или 1000 мм. Наибольшее распространение в инструментальном производстве нашли наборы № 1, 2 и 3.

ГОСТ 13581—68 предусматривает также 8 наборов концевых мер из твердого сплава, в том числе 2 набора защитных мер. В этих наборах содержится от 4 до 112 плиток.

Измерительные поверхности концевых мер всех классов с номинальными размерами более 0,4 мм должны иметь шероховатости поверхности не ниже $R_z = 0,50 \dots 0,025$ мкм. Высокий класс шероховатости измерительных поверхностей необходим для осуществления их притираемости. Притираемостью концевых мер называется их свойство прочно сцепляться между собой (рис. 32, б) или с плоскими кварцевыми и стеклянными пластинами при надвигании или прикладывании одной меры на другую или меры на пластину. Пользуясь этим свойством, можно соединить плитки в блоки размером, равным сумме размеров плиток, входящих в блок.

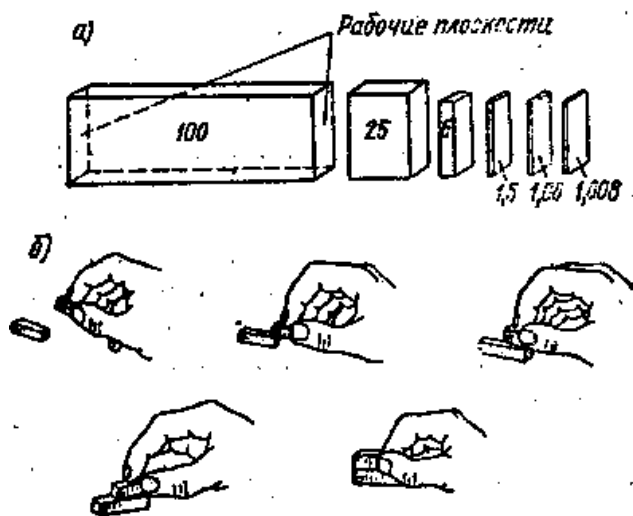


Рис. 1. Плоскопараллельные концевые меры длины (а) и притирка двух плиток (б).

По точности изготовления концевые меры длины разделяют на 4 класса: 0-й, 1-й, 2-й и 3-й. Высшим классом точности является нулевой. Наборы этого класса считаются образцовыми и применяются для проверки концевых мер длины 1-го и 2-го классов точности путем их сравнения в точных измерительных приборах. Наборами 1-го класса точности пользуются для проверки калибров и установки измерительных приборов в лабораториях. Меры 2-го и 3-го классов точности служат для проверки калибров и установки инструментов и приборов в цеховых контрольных пунктах и на Рабочем месте.

Область применения концевых мер может быть расширена при использовании специальных наборов принадлежностей (державок и боковиков). Принадлежности (ГОСТ 4119—76) предназначены для закрепления набранных в блоки концевых мер длины, что обеспечивает удобное пользование ими при измерении и проведении точных разметочных работ.

Чтобы блок заданного размера состоял из возможно меньшего количества плиток, их подбирают путем вычитания последнего знака. Например, при составлении из набора № 3 блока размером 93,475 мм производится следующий расчет, мм:

Набираемый размер	.....	93,475
Первая плитка	.....	1,005
Остаток	.....	92,47
Вторая плитка	.....	1,47
Остаток	.....	91,00
Третья плитка	.....	1,00
Остаток	.....	90,03
Четвертая плитка	.....	90,00

Отобранные для составления блока плитки очищают от смазки ватой, промывают бензином и затем насухо вытирают чистой полотняной салфеткой. Плитки собирают по одной, для чего берут две плитки и совмещают их измерительными поверхностями с одного угла, плотно прижимая друг к другу пальцами и перемещая относительно друг друга до полного контакта рабочих поверхностей. В такой же последовательности притирают к двум первым третью плитку, а к ней — четвертую.

Обращаться с концевыми мерами длины нужно крайне осторожно: их нельзя брать руками за измерительные поверхности, подвергать ударам, нагреванию, царапать.

При работе с блоком концевых мер длины для предохранения их от быстрого износа и повреждения необходимо применять защитные концевые меры. После работы блок следует разобрать, плитки промыть бензином, тщательно протереть замшей или чистой тряпкой и положить в соот-

ветствующие ячейки футляра набора. При длительном хранении плитки смазывают техническим вазелином.

Угловые меры, предназначенные для измерения углов, подразделяются на две группы: угловые плитки и угольники.

Угловые плитки (ГОСТ 2875—75), имеющие форму прямых призм, служат для хранения и передачи единицы плоского угла, для проверки и градуировки угломерных приборов и угловых шаблонов, а также для контроля угловых деталей.

Призматические угловые меры изготовляют различной конфигурации: трехгранные (рис. 2, а) и четырехгранные (рис. 2, б) плитки, шестигранные (рис. 2, в) и многогранные призмы. Наибольшее распространение получили трехгранные и четырехгранные плитки. Первые имеют один острый рабочий угол α и применяются для угловых мер с углами от 0 до 79° . Вторые изготовляются с четырьмя рабочими углами (α , β , γ , и δ) и используются для угловых мер с углами от 80 до 100° . Наборы угловых мер позволяют измерять углы в пределах от 0 до 360° .

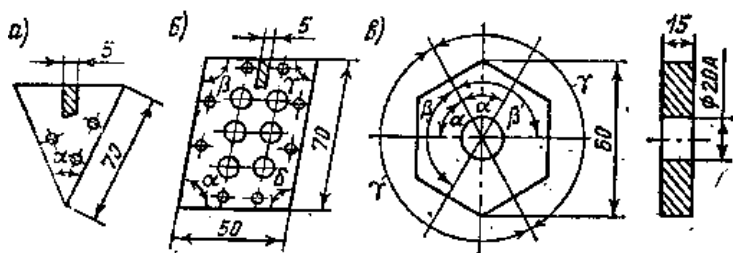


Рис. 2. Угловые меры.

По точности изготовления угловые меры выпускаются трех классов: 0-го, 1-го и 2-го. Допустимые отклонения рабочих углов для 0-го класса мер составляют $\pm 3''$, для 1-го класса $\pm 10''$ и для 2-го класса $\pm 30''$. Измерительные поверхности угловых мер, так же как и концевых, обладают способностью притираться.

В соответствии с ГОСТом 2875—75 угловые меры выпускаются наборами и отдельными плитками. Стандартом предусмотрены наборы: № 1—93 плитки; № 2—33; № 3—8; № 5—7; № 6—24; № 7—3 плитки в № 8—набор принадлежностей.

К наборам из 93 и 33 мер прилагаются лекальная линейка, комплект принадлежностей для крепления мер и лекальной линейки в блоках и отвертка. Для большей надежности в работе блоки угловых мер с помощью клиньев и винтов закрепляются в державках или на линейках. Для этого плитки имеют ряд отверстий. Державка для соединения двух угловых мер 70 и 50° для установления угла 120° приведена на рис. 3, а; из трех мер для установления угла $50^\circ 2'$ — на рис. 3, б.

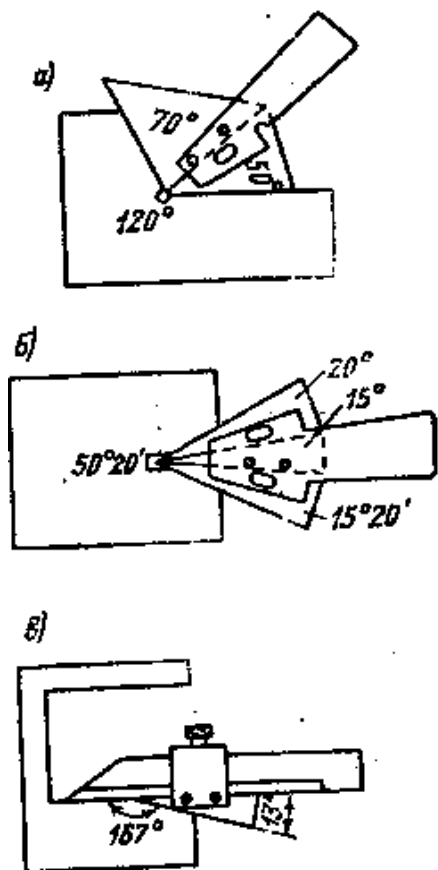


Рис. 3. Измерение углов угловыми мерами.

Установление угла 167° лекальной линейкой и угловой меры 13° приведено на рис. 3, в.

Проверка углов плитками выполняется на просвет. Величину просвета оценивают или на глаз, или путем сопоставления с эталонным просветом.

Угольники. Для проверки и разметки прямых углов, контроля перпендикулярности расположения деталей при монтаже различного оборудования применяют поверочные угольники.

По ГОСТу 3749—77 угольники (рис. 4) выпускают шести типов: УЛ — угольники лекальные; УЛП — угольники лекальные плоские; УЛШ — угольники лекальные с широким основанием; УЛЦ — угольники лекальные цилиндрические; УП — угольники слесарные плоские; УШ — угольники слесарные с широким основанием. В инструментальном производстве используют преимущественно лекальные угольники.

Угольники изготавливают трех классов точности: 0-го, 1-го и 2-го, а лекальные угольники — двух классов точности: 0-го и 1-го. Измерительные поверхности лекальных угольников закругляют по радиусу 0,2—0,3 мм для улучшения видимости просвета. ГОСТом установлены размеры сторон лекальных угольников: 60X40; 100X60; 160X100 и 250X160 мм. Угольники типа УЛЦ выпускают следующих размеров: 160X80, 250X100, 400x125 и 630X160 мм.

Прямолинейность измерительных поверхностей лекальных угольников проверяют лекальными линейками 0-го класса точности. Перпендикулярность наружных и внутренних измерительных поверхностей контролируют образцовыми (0-го класса) угольниками типа УЛ и УЛЦ на просвет.

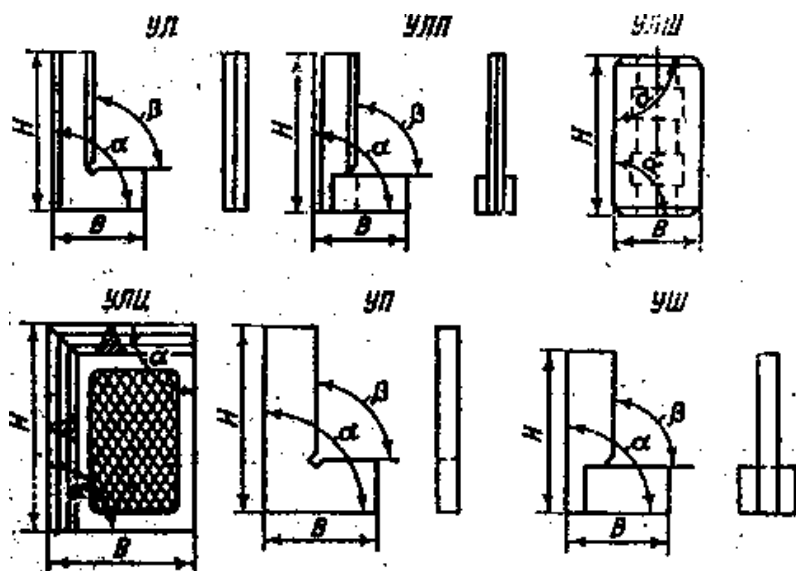


Рис. 4. Типы угольников.

Ответьте письменно на вопросы:

1. На какие группы делятся измерительные средства?
2. Чем отличаются друг от друга штриховые и концевые меры?
3. Для каких целей предназначены концевые меры? Опишите методику измерений с помощью концевых мер.
4. Наборы какого класса точности концевых мер необходимы для проверки микрометра? Штангенциркуля?
5. На какие группы подразделяются угловые меры?
6. Опишите методику проверки углов плитками?
7. Какие типы угольников выпускаются?
8. Зарисуйте все типы угольников.
9. В каких пределах наборы угловых мер позволяют измерять углы?
10. Заполните таблицу № 1

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм.	Предел измерения, мм.	Наименование детали	Полученные измерения, мм.
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №2

Тема: Штангенинструменты.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Измерительные приборы и инструменты

Измерительными приборами и инструментами называют устройства, с помощью которых определяют размеры различных деталей.

Универсальные приборы и инструменты по конструктивным признакам разделяют на штриховые инструменты с нониусом — штангенинструменты и угломеры; микрометрические инструменты — микрометры; рычажно-механические приборы — индикаторы; оптико-механические приборы — микроскопы и др.

Штангенинструменты находят широкое применение в промышленности для измерения деталей с точностью 0,1; 0,05 и в редких случаях 0,02 мм. Относительно высокая точность штангенинструментов достигается за счет специального устройства — линейного нониуса.

Основными деталями штангенинструмента являются линейка-штанга, на которой нанесена шкала с миллиметровыми делениями, и рамка с вырезом, на наклонной грани которого сделана нониусная (вспомогательная) шкала (рис.1). В зависимости от количества делений нониуса действительные размеры детали можно определять с точностью 0,1—0,2 мм. Например, если шкала нониуса (рис. 36, а) длиной 9 мм разделена на 10 равных частей, то, следовательно, каждое деление нониуса равно $9:10 = 0,9$ мм, т. е. короче деления на линейке на $1 - 0,9 = 0,1$ мм.

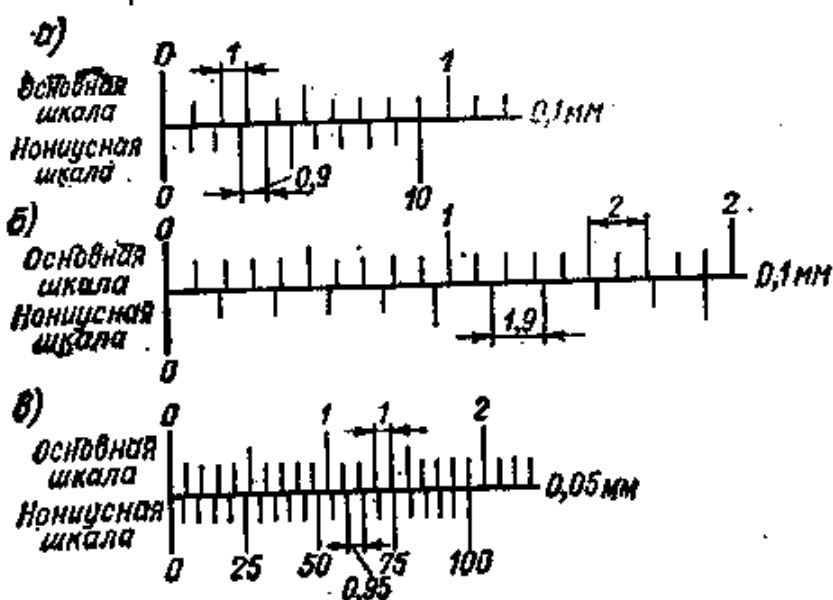


Рис. 1. Устройство нониуса.

При плотно сдвинутых губках штангенинструмента нулевой штрих нониуса совпадает с нулевым штрихом штанги, а десятый штрих нониуса — с девятым штрихом штанги. При такой так называемой нулевой установке штангенинструмента первое деление нониуса не дойдет до первого деления линейки-штанги на 0,1 мм, второе — на 0,2 мм, третье — на 0,3 мм и т. д. Если передвинуть рамку таким образом, чтобы первый штрих нониуса совпал с первым штрихом

штанги, то зазор между губками будет равен 0,1 мм. При совпадении, например, шестого штриха нониуса с любым штрихом штанги зазор будет равен 0,6 мм и т. д.

Для отсчета действительного размера по штангенинструменту количество целых миллиметров нужно взять по шкале штанги до нулевого штриха нониуса, а количество десятых долей миллиметра — по нониусу, определив, какой штрих нониуса совпадает со штрихом основной шкалы.

Растянутый нониус (рис. 1, б) удобнее простого, так как имеет более длинную шкалу— 19 мм. Она раз делена на 10 равных частей: $19:10=1,9$ мм, что короче деления основной шкалы на 0,1 мм.

Нониусы с ценой деления 0,05 и 0,02 мм устроены аналогично.

У штангенинструментов с точностью 0,05 мм шкала нониуса равна 19 мм и разделена на 20 делений. Каждое деление нониуса равно $19:20 = 0,95$ мм, т. е. короче деления основной шкалы на $1 - 0,95 = 0,05$ мм (рис. 1, в).

Штангенциркули служат для измерения наружных и внутренних размеров, прочерчивания дуг окружностей и параллельных линий при разметке, для деления окружностей и прямых линий на части и других операций.

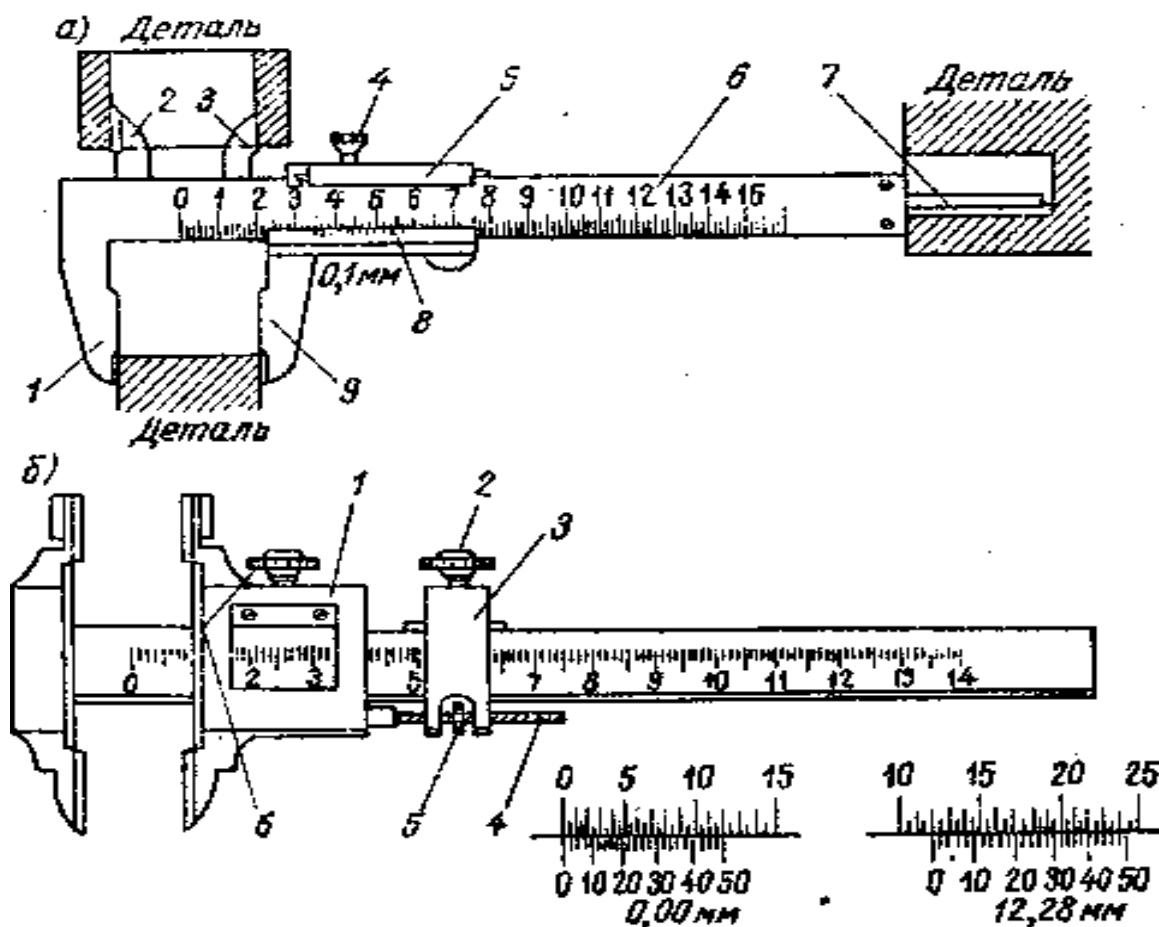
Отечественная промышленность выпускает следующие типы штангенциркулей: ШЦ-1—с двусторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин с отсчетом по нониусу 0,1 мм и с пределами измерения 0...125 мм; ШЦ-П—с двусторонним расположением губок для измерения и для разметки с отсчетом по нониусу 0,05 и 0,1 мм и с пределами измерения 0...200 и 0...320 мм; ШЦ-Ш — с односторонними губками с отсчетом по нониусу 0,05 и 0,1 мм и с пределами измерения 0...500 мм; с отсчетом по нониусу 0,1 мм и с пределами измерения 250...710, 320...1000, 500...1400 и 800...2000 мм.

Штангенциркуль с точностью измерения 0,1 мм (рис. 2, а) имеет штангу 6, которая представляет собой линейку с основной шкалой, и измерительные губки 1 и 2. Рамка 5 с двумя измерительными губками 3 и 9 и стержнем 7 может перемещаться по штанге. Для закрепления рамки в нужном положении служит винт 4. При перемещении рамки вправо на одну и ту же величину раздвигаются измерительные губки 1 и 9, 2 и 3 и выдвигается стержень 7.

Длинные губки 1 и 9 предназначены для измерения наружных размеров, короткие 2 и 3 — внутренних, а стержень 7 — для измерения глубин. Нониус 8 штангенциркуля нанесен на рамке 5.

Штангенциркуль с точностью измерения 0,05 мм (рис. 2, б) отличается от рассмотренного выше тем, что не имеет стержня для измерения глубин, однако имеет установочное приспособление. Для более точной застройки здесь добавлено устройство, состоящее из рамки 3 с зажимным винтом 2 и микрометрической гайкой 5, накрученной на винт 4. Последний жестко закреплен в движке 1 и свободно проходит через отверстие в рамке 3. Если винтом 2 закрепить рамку 3 и затем вращать гайку 5, то движок штангенциркуля начнет плавно перемещаться вдоль штанги, обеспечивая более точную установку нониуса. Винт 6 предназначен для закрепления подвижной рамки в нужном положении.

Рис.2. Штангенциркули



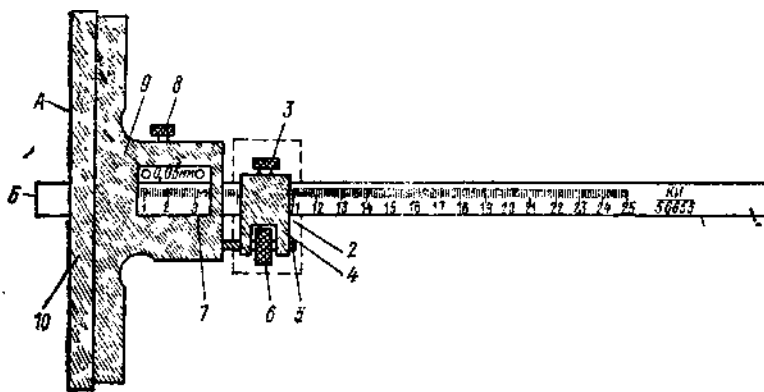
При определении штангенциркулем внутренних размеров к полученным по шкале размерам необходимо добавить ширину измерительных губок, которая обычно на них указана.

Штангенглубиномер предназначен для измерения высот и глубин различных деталей. Он построен по принципу штангенциркуля, однако штанга не имеет губок. Рабочими (мерительными) поверхностями являются нижняя плоскость рамки *A* (рис. 3) и торцевая поверхность *B* штанги *I*. На другом конце штанги имеется третья рабочая поверхность *B* для измерения длин в труднодоступных местах. Штангенглубиномер состоит из штанги *I*, микрометрического устройства *2* для точной наводки штанги, винта *3*, движка *4* для микрометрической подачи, винта *5*, ганки *6*, нониуса *7*, винта *8* для зажима рамки, основной рамки *9* и основания *10*,

Штангенглубиномеры изготовляют с отсчетом по нониусу 0,05 и 0,1 мм и с пределами измерения 0...200, 0...300, 0...400 и 0...500 мм.

Штангенрейсмус (рис. 4) служит для измерения высот, глубин и для разметки деталей. Изготавливаются штангенрейсмусы с пределами измерения 0...200, 30...300, 40...500, 50...800 и 60...1000 мм и точностью измерения 0,1 и 0,05 мм.

Конструкция штангенрейсмуса в основном повторяет конструкции штангенциркуля и штангенглубиномера. Он имеет измерительные поверхности *1*, основание *2*,

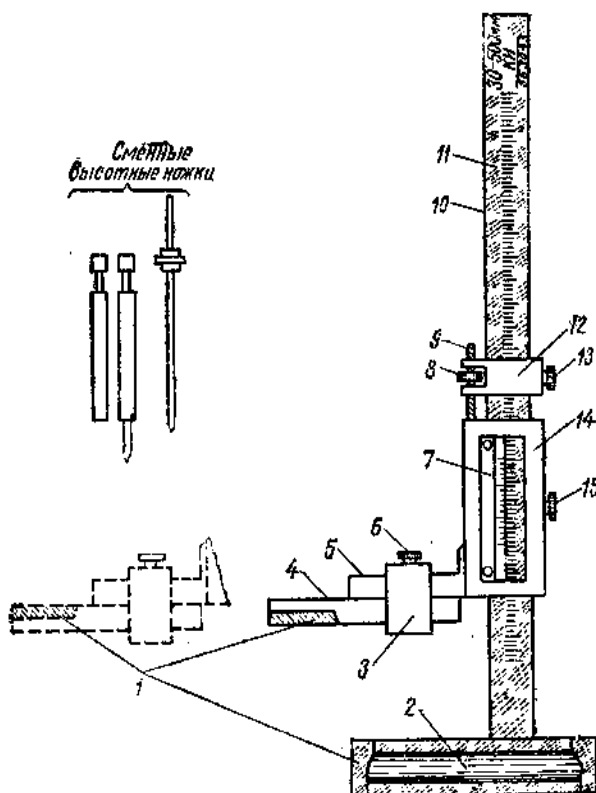


Он имеет измерительные поверхности *1*, основание *2*, хомутик *3* кронштейна, сменную ножку *4*, кронштейн *5*, винт *6* для зажима хомутика, нониус *7*, микрометрическую гайку *8*, винт *9* подачи, штангу *10*, основную шкалу *11*, рамку *12* микрометрической подачи, винт *13* зажима движка, рамку *14* и винт *15* для зажима рамки.

Измерительными поверхностями являются плоскость разметочной плиты, на которой производятся разметки и измерения, и две поверхности *1* сменной ножки: верхняя — для внутренних измерений и нижняя — для наружных. Сменные ножки устанавливают в хомутике *3* и зажимают винтом. Для измерения высот и глубин вместо сменных ножек в рамке закрепляют шпильки. Остро заточенную ножку применяют при разметке.

Измерительными поверхностями

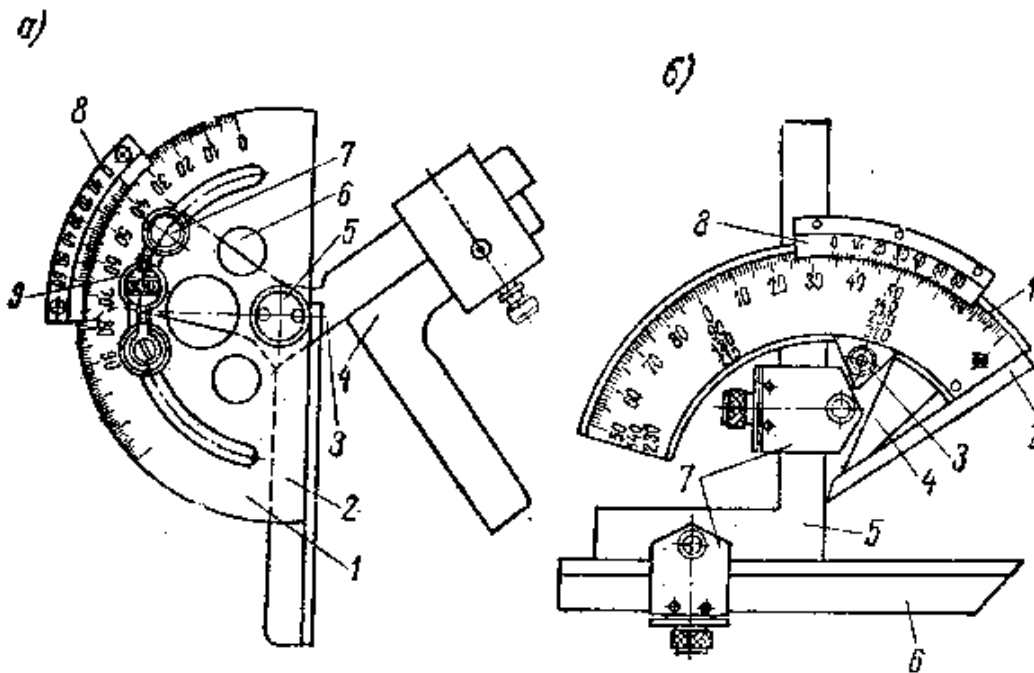
К штангенрейсмусу прилагается 5 сменных ножек: одна остроконечная — для разметки, одна — с двумя измерительными поверхностями и три ножки-шпильки — для измерения высот и глубин. При измерении внутренних поверхностей к показаниям штангенрейсмуса необходимо прибавить толщину ножки, которая на ней указана.



Угломеры. Для измерения углов деталей широко используются угломеры с нониусом двух типов (ГОСТ 5378—66): УМ — транспортный для измерения наружных углов и УН — универсальный для измерения наружных и внутренних углов. Кроме механических угломеров в соответствии с ГОСТом 11197—73 промышленность выпускает оптические типа УО с величиной отсчета $i = 5''$.

Угломер типа УМ (рис. 5, а), предназначенный для измерения наружных углов от 0 до 180°, имеет основание *1* в виде полудиска с делениями от 0 до 120° через каждый градус, с которым жестко

соединены линейки 2 и 3. Последняя — подвижная, она может быть повернута вокруг оси 5 вместе с сектором 6 и нониусом 8 относительно основания 1 и линейки 2. Нониусная шкала построена так же, как у штангенинструментов. Наличие на ней 30 делений обеспечивает точность измерения в 2". Узел микрометрической подачи 9 повышает точность измерения.



На подвижной линейке 3 может быть закреплен угольник 4 для измерения углов от 0 до 90°. Углы свыше 90° измеряются без угольника, при этом к полученному результату добавляется 90°. Фиксация сектора 6 относительно основания угломера осуществляется стопором 7.

Угломер типа УН (рис. 5,6)

служит для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних — от 40 до 180°. Угломер имеет основание 1 с градусной шкалой, жестко соединенной с ним линейкой 2. Нони-усная шкала 8 нанесена на секторе 3, который перемещается по основанию и фиксируется в требуемом положении стопором 4. С сектором хомутика 7 соединяется угольник 5, а с угольником — линейка 6. Узел микрометрической подачи 9 повышает точность измерения.

Для измерения углов от 0 до 50° пользуются угломером, линейкой и угольником (см. рис. 40,6); от 50 до 140° — вместо угольника 5 в хомутик 7 устанавливают линейку 6; от 140 до 230° — в хомутик 7 вставляют угольник 5, а второй хомутик и линейку 6 снимают; измерение углов от 230 до 320° производят при снятом хомутике 7, т. е. без угольника 5 и линейки 6.

Повышение точности отсчета по основной шкале угломера обеспечивается, как и у штангенинструментов, применением штрихового нониуса. Принцип построения нониуса у угломеров такой же, как у штангенинструментов.

Ответьте письменно на вопросы:

1. По каким признакам подразделяются инструменты и приборы?
2. Зарисуйте устройство нониуса штангенциркуля?
3. Опишите методику измерений с помощью нониуса штангенциркуля?
4. Перечислите типы штангенциркулей?
5. Назовите цену деления и пределы измерений каждого типа штангенциркуля?
6. Перечислите типы угломеров?
7. Какую точность измерения обеспечивает угломер УМ?
8. Опишите методику измерений при помощи угломеров?
9. Каким приспособлением обеспечивается точность отсчета угломера?
10. Заполните таблицу № 2

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образо-
вательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №3

Тема: Микрометрический инструмент.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

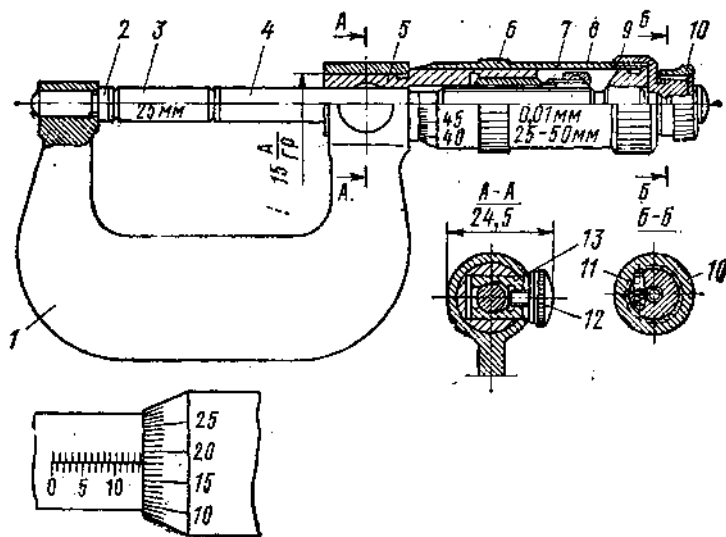
Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Микрометрические инструменты.

Микрометрические инструменты. Устройство микрометрических инструментов основано на использовании принципа винтовой пары гайка — винт. Вращательное движение, например, винта связано одновременно с поступательным перемещением его относительно гайки. При одном полном обороте винта его продольное перемещение будет равно шагу резьбы. Во всех микрометрических инструментах шаг резьбы $5 = 0,5$ мм. При поворачивании винта на один оборот его измерительная поверхность переместится на 0,5 мм.

Точность микрометрических инструментов зависит от точности изготовления резьбы винтовой пары и постоянства шага. Они обеспечивают точность измерения до 0,01 мм.

Микрометры для наружных измерений размеров от 0 до 600 мм выпускаются по ГОСТу 6507—78. Устройство микрометра показано на рис. 1. В скобу 1 запрессованы пятка 2 и стембель 5. Микрометрический винт 4 ввинчивается в микрогайку 7. Гладкое отверстие стембля обеспечивает точное направление микровинта. Для исключения зазора в резьбе микропары резьба микрогайки выполнена на ее разрезанном конце, снабженном наружной резьбой и конусом. На эту резьбу навинчивают регулировочную гайку 8, которой стягивают микрогайку до тех пор, пока микровинт не будет перемещаться в ней без зазоров. На микровинт надевается барабан 6, закрепляемый установочным колпачком 9, в котором просверлено глухое отверстие для пружины и зуба 11, упирающегося в зубчатую поверхность трещотки 10. Последняя отрегулирована так, что при увеличении измерительного усилия свыше 900 гс она не вращает винт, а проворачивается. Для закрепления микрометрического винта в определенном положении предусмотрено стопорное приспособление, состоящее из втулки 13 и винта 12. Микрометры с пределами измерения свыше 25 мм снабжаются установочными мерами 3 для установки их на нижний предел измерения.



Шкалы микрометра расположены на наружной поверхности стембля и на окружности скоса барабана. На стембле находится основная шкала, представляющая собой продольную риску, вдоль которой (ниже и выше) нанесены миллиметровые штрихи, причем верхние штрихи делят нижние пополам. Каждый пятый миллиметровый штрих основной шкалы удлинен, а около него поставлена соответствующая цифра: 0, 5, 10, 15 и т. д.

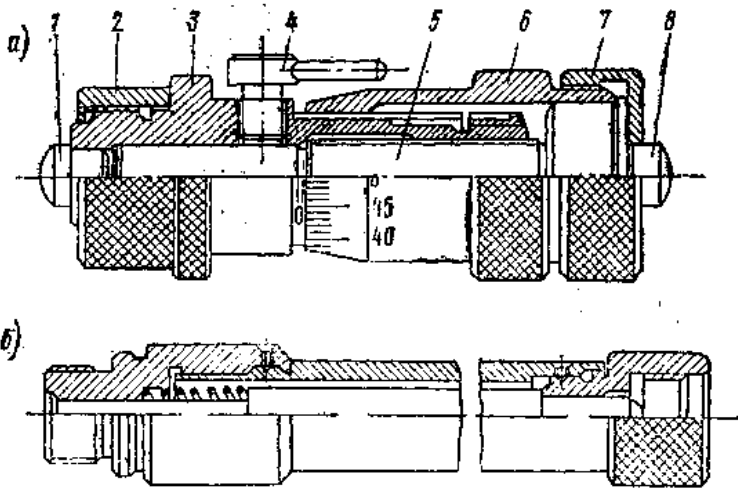
Шкала барабана (или круговая шкала) предназначена для отсчета сотых долей делений основной шкалы и разделена на 50

равных частей. При повороте барабана на одно деление по окружности, т. е. на $1/50$ часть оборота, измерительная поверхность микрометрического винта перемещается на $1/50$ шага резьбы винта, т. е. на $0,5:50 = 0,01$ мм. Следовательно, цена каждого деления барабана составляет 0,01 мм.

При измерении микрометром деталь помещают между мерительными поверхностями и, вращая трещотку, прижимают ее шпинделем к пятке. После того как трещотка начнет проворачиваться, издавая треск, шпиндель микрометра закрепляют зажимным кольцом и производят отсчет показаний. Целое число миллиметров отсчитывают по нижней шкале стембля, половины миллиметров — по верхней шкале, а сотые доли миллиметра — по шкале барабана. Число сотых долей миллиметра отсчитывают по делению шкалы барабана, совпадающему с продольной линией на втулке. Например, если на шкалах микрометра видно, что край барабана перешел седьмое деление, а сам барабан по отношению к продольной линии на стембле повернулся на 23 деления, то полное показание шкал микрометра составит 7,23 мм.

Микрометрические нутромеры выпускают согласно ГОСТу 10—75 с пределами измерения 50...10 000 мм. Наибольшее распространение получили нутромеры с пределами измерения 75... 175 и 75...600 мм.

Нутромер (рис. 2) состоит из микрометрического винта 5, барабана 6, стебля 3 со стопором 4, установочной гайки 7 и измерительных наконечников 1 и 8. Гайка 2 предохраняет резьбу на конце стебля от повреждения.



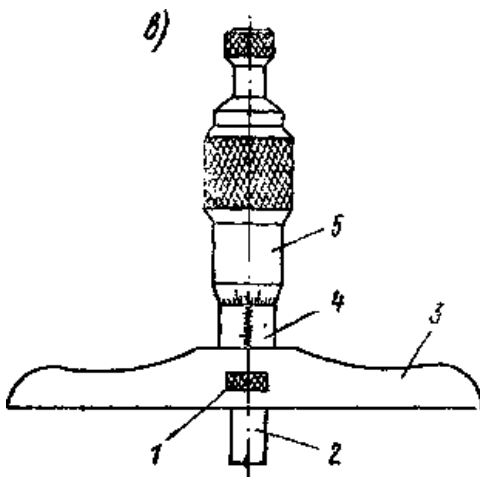
Как и у микрометра для наружных измерений, шаг резьбы винта нутромера равен 0,5 мм. Максимальный ход микрометрического винта составляет 13 мм. Максимальный предел измерения основной головкой нутромера 50...63 мм.

Чтобы увеличить предел измерения, применяют удлинители — стержни размерами от 500 до 3150 мм, заключенные в цилиндрические трубки (рис. 2, б). Для соединения удлинителя с нутромером на одном конце удлинителя нарезается наружная резьба, а на другом — внут-

ренняя.

Рис.2

Измерение микрометрическим нутромером производят несколько раз, слегка поворачивая его по окружности отверстия и отыскивая при этом наибольший размер, а также вокруг оси, перпендикулярной оси отверстия, определяя при этом наименьший размер.



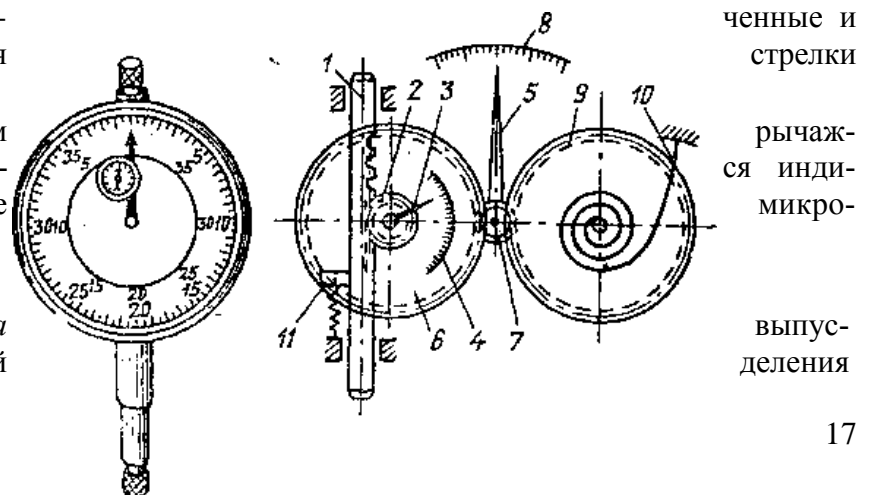
Микрометрические глубиномеры изготавливаются по ГОСТу 7470—78 с пределом измерений 0...150 мм и с рабочим ходом винта 25 мм. Они служат для измерения глубины глухих отверстий и полостей. Глубиномер (рис.2, в) состоит из траверсы 3 с измерительной плоскостью и стебля 4, в котором перпендикулярно этой плоскости с помощью гайки 1 перемещается микрометрический винт 5 с измерительным стержнем 2.

При использовании сменных удлинителей пределы измерения могут быть расширены. При измерении глубиномер прижимают измерительной плоскостью траверсы к поверхности детали. Для плотного прилегания траверсы к детали усилие нажатия на глубиномер должно несколько превышать усилие измерения.

Рычажно-механические приборы получили широкое распространение в инструментальном производстве, так как они надежны в работе, имеют относительно высокую точность измерения и универсальны. Принцип их действия основан на использовании специального передаточного механизма, который незначительные перемещения измерительного стержня преобразует в удобные для отсчета перемещения на шкале.

К наиболее известным типам рычажно-механических приборов относятся рычажные скобы, рычажные микрометры и миниметры.

Индикаторы часового типа каются по ГОСТу 577—68 с ценой



выпущенные и стрелки рычажных индикаторов микро- выпускаются с ценой деления

0,01 мм и пределами измерения от 0 до 10 мм в зависимости от типоразмера. Измерительный стержень 1 индикатора (рис. 3) изготовлен в

виде зубчатой рейки, которая находится в зацеплении с зубчатым колесом 2 с числом зубьев $Z=16$. На одной оси с ним закреплены стрелки 3 и промежуточное зубчатое колесо 6 с числом зубьев $Z=100$. Это колесо находится в зацеплении с зубчатым колесом 7 с числом зубьев $Z=10$, на оси которого закреплена стрелка-указатель 5, показывающая величину линейных перемещений измерительного стержня, в долях миллиметра, по круговой шкале 8. Для удобства пользования шкала 8 связана с ободом индикатора и вместе с ним может быть повернута на любой угол. Колесо 9 и спиральная пружина 10 ликвидируют погрешность мертвого хода передачи при возвратно-поступательных движениях стержня 1. Цилиндрическая пружина 11 обеспечивает контакт наконечника стержня 1 с контролируемой поверхностью.

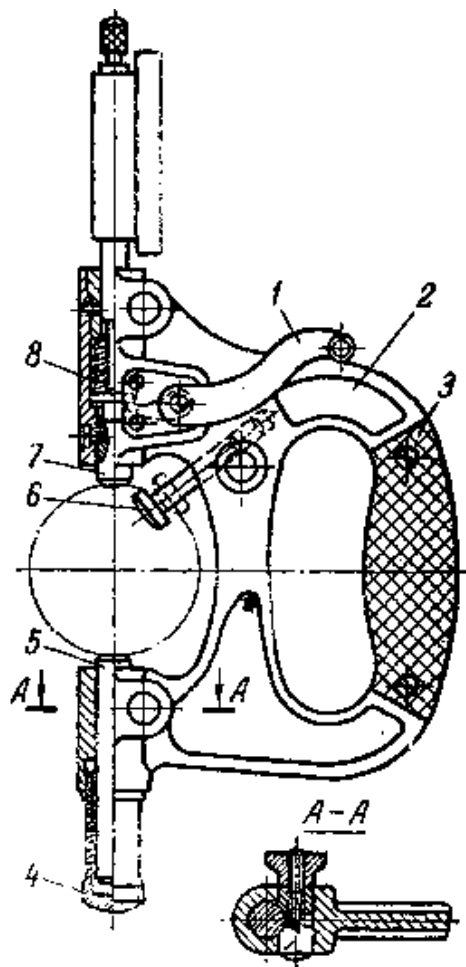
Передающее отношение индикатора подобрано таким образом, чтобы при линейном перемещении стержня 1 на 1 мм указатель 5 сделал один полный оборот. Круговая шкала 8 разбита на 100 делений. Следовательно, цена одного деления ее составляет 0,01 мм. Количество полных оборотов указателя 5 показывает стрелка 3 на шкале 4.

При выполнении измерений индикаторы устанавливают в стойках, на штативах или в специальных приспособлениях.

Индикаторная скоба применяется для измерения деталей 6-го и 7-го квалитетов. Все рычажные скобы имеют диапазон измерения 0...25 мм, обеспечиваемый за счет перемещения переставной пятки. Цена деления отсчетного устройства у скоб с верхним пределом измерения до 100 мм — 0,002 мм, а 125 и 150 мм — 0,005 мм. Пределы измерения по шкале соответственно равны $\pm 0,08$ и $\pm 0,15$ мм.

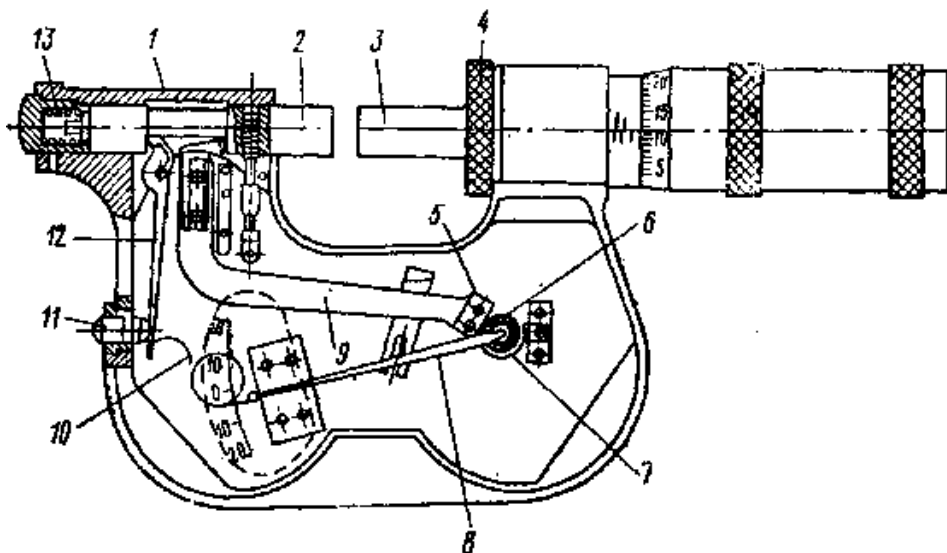
Индикаторная скоба (рис. 4) имеет жесткий корпус 2 с двумя соосными цилиндрическими отверстиями, в одном из которых установлена переставная измерительная пятка 5, а в другом — подвижная пятка 7, находящаяся в постоянном контакте с измерительным наконечником индикатора. Измерительное усилие создается совместным действием пружины 8 и пружины индикатора. Пятка 5 может свободно перемещаться в пределах 50 мм у скоб малых размеров и 100 мм — у скоб больших размеров. После установки скобы на размер положение пятки фиксируется стопором и она закрывается предохранительным колпачком 4.

Для удобства измерения скоба снабжена упором 5, который при настройке скобы на размер устанавливается так, чтобы линия измерения проходила че-



рез ось проверяемой детали. Корпус 2 имеет ручку с теплоизоляционными накладками 3. Измерительный стержень отводится рычагом 1.

Рычажный микрометр. Устройство хвостовой части рычажного микрометра такое же, как и обычного микрометра, с той



лишь разницей, что в ней отсутствует

В корпусе 1 микрометра (рис. 5) помещен измерительный контакт 2, перемещение которого влево заставляет поворачиваться рычаг 9, зубчатый сектор 5 и зубчатое колесо 6, на оси которого закреплена стрелка 8. Пружина 7 служит для устранения зазора в зацеплении сектора с колесом и возвращения стрелки и рычага в первоначальное положение. Для отвода измерительного контакта влево имеется устройство, состоящее из рычага 12, пружинки 10 и кнопки 11. Пружина 13 предназначена для создания нормального мерительного усилия. Стопор 4 фиксирует микрометрический винт 3 в требуемом положении.

Механизм индикатора смонтирован в скобе и закрывается крышкой, в прорези которой помещена шкала с пределами измерения от 0 до 0,020 мм в обе стороны. Цена каждого деления шкалы равна 0,002 мм.

Перед началом измерений необходимо проверить нуль-пункт инструмента. Для этого надо соединить контакты так, чтобы нулевой штрих барабана совместился с продольным штрихом стебля. Показание стрелки шкалы индикатора даст погрешность нуль-пункта, которая должна быть учтена с обратным знаком.

При измерении, установив деталь между контактами, вращают барабан до выхода стрелки индикатора за пределы шкалы в диапазоне от 20 мкм до 0. После этого дополнительным поворотом барабана ближайший штрих круговой шкалы барабана совмещают с продольной риской на стебле. Показание шкалы микрометра алгебраически (с учетом знака) суммируют с показанием шкалы индикатора.

Ответьте письменно на вопросы:

1. Для чего предназначены микрометры?
2. С какой точностью производят измерения на микрометрах? На рычажных микрометрах?
3. С какой точностью производят измерения индикаторы?
4. Зарисуйте индикаторное устройство и опишите его устройство.
5. Опишите методику измерений микрометрическим нутромером?
6. Для каких целей применяют удлинители при микрометрических измерениях?
7. Для чего предназначены теплоизоляционные накладки 3 рис.44?
8. Опишите устройство рычажного микрометра и зарисуйте его?
9. С какой точностью измеряют индикаторы?
10. Заполните таблицу № 7

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образо-
вательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №4

Тема: Оптико-механические приборы.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Оптико-механические приборы

Оптико-механические приборы. Для контроля режущих и измерительных инструментов сложной формы применяют инструментальные микроскопы, оптиметры и проекторы.

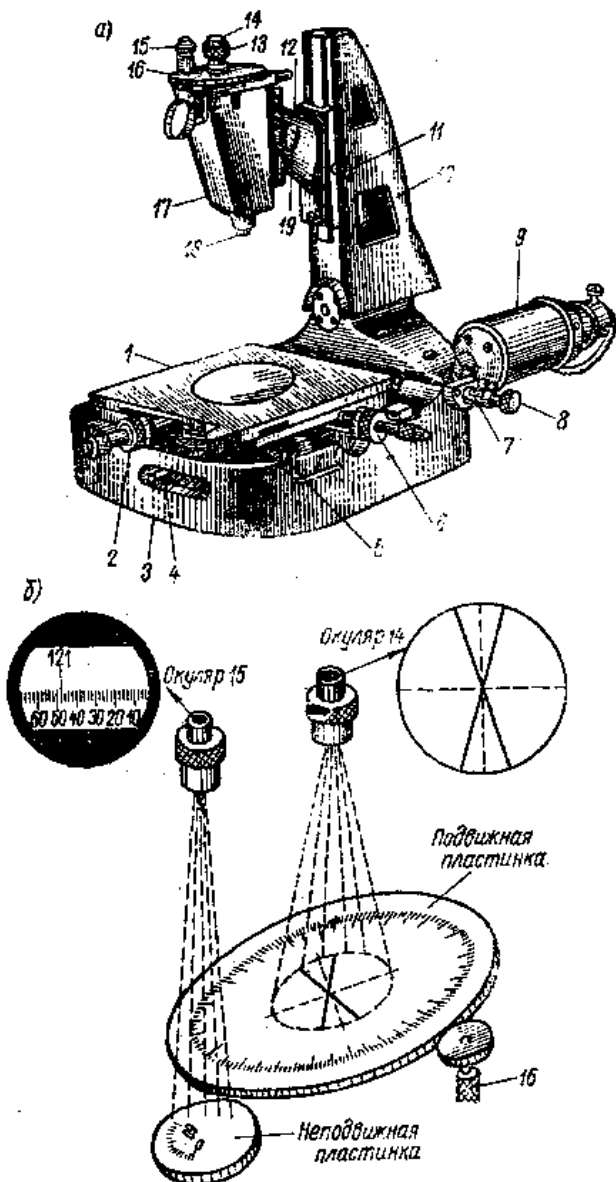
Инструментальные микроскопы (ГОСТ 8074—71) предназначены для линейных измерений по двум прямоугольным координатам, а также для измерений углов, в том числе элементов резьбы. Они применяются для измерения элементов профиля шаблонов, переднего и заднего углов спиральных сверл и зенкеров, среднего диаметра, угла профиля и шага метчиков, угла наклона винтовой линии сверл и разверток, угла заборного конуса метчиков и т. п.

Микроскопы выпускаются двух типов: ММИ — малый микроскоп инструментальный с наклонной окулярной головкой и БМИ — большой микроскоп инструментальный.

Инструментальный микроскоп (рис. 46, а) имеет основание 3, на котором расположен подвижный стол 2, состоящий из трех частей — нижней, верхней 1 и поворотной. Продольное перемещение нижней части стола осуществляется микрометрической головкой 6, а поперечный ход верхней части стола — головкой 2. Угловое перемещение его поворотной части на $5\text{--}6^\circ$ вправо и влево производится винтом 5. Перемещения с помощью головок 2 и 6 ограничиваются в пределах 25 мм. Для увеличения хода стола в продольном направлении его отводят вправо рычагом 4 еще на 50 мм.

На основании 3 микроскопа установлена колонна 10, по которой может перемещаться кронштейн 12, закрепляемый винтом 11. Тубус микроскопа 17 расположен на кронштейне. В

нижней части тубуса установлен объектив 18, а в верхней — головка микроскопа, состоящая из двух окуляров 14 и 15. Под окулярами (рис. 46, б) с помощью винта 16 вращается стеклянная пластинка с продольными и поперечными штрихами и круговой градусной шкалой на 360° . Под окуляром 15 расположена неподвижная пластинка со шкалой, на которой нанесено 60 делений. Каждое деление соответствует одному повороту подвижной пластинки. В окуляре 14 видно перекрестие двух взаимно перпендикулярных пунктирных и двух сплошных линий, расположенных под углом 60° . Перекрестие является границей перемещения детали при отсчете линейных размеров и углов.



Грубая настройка на фокус достигается перемещением кронштейна микроскопа по колонне, а более точная — винтом 19 (см. рис. 46, а). Окончательная настройка на фокус производится вращением кольца 13 окуляра 14. Колонна микроскопа может поворачиваться на небольшой угол винтами 8. Для отсчета углов поворота на винтах имеются деления 7. Шкалы освещаются электрической лампой, установленной в тубусе 9.

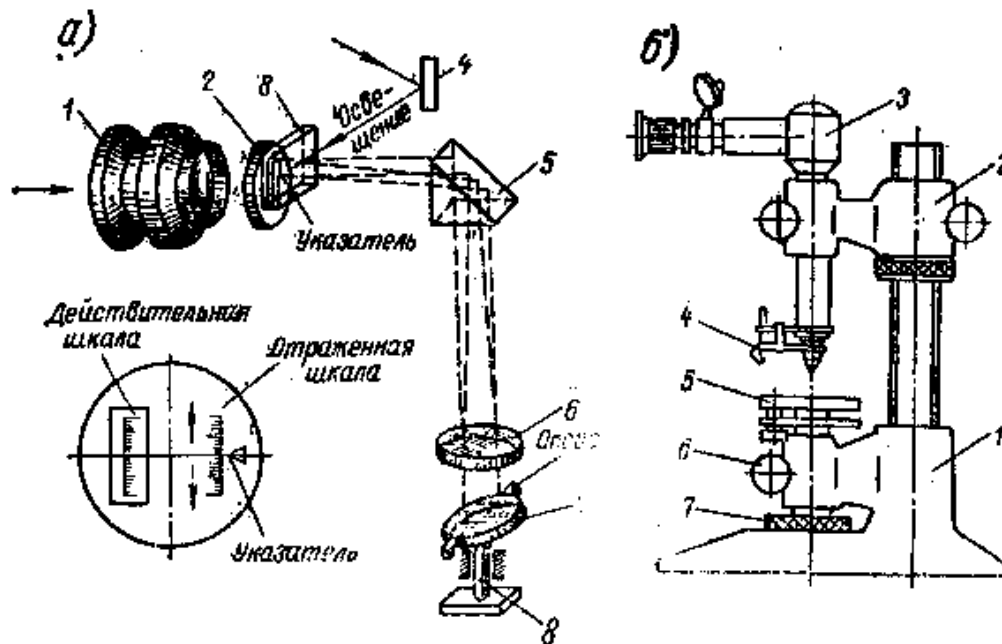
Оптиметр — измерительный прибор с ценой деления $0,001\text{ мм}$ — служит для линейных измерений методом сравнения. В соответствии с ГОСТом 5045—75 выпускаются оптиметры вертикальные — с вертикальной осью для наружных

измерений и горизонтальные— с горизонтальной осью для наружных и внутренних измерений.

В основу действия оптиметра положены законы отражения и преломления света. Оптическая схема оптиметра приведена на рис. 47, а. Свет от постороннего источника, направленный зеркалом 4 и отраженный стеклянной пластинкой 3, падает на шкалу 2. Отраженный от шкалы луч направляется через трехгранную призму 5 в объектив 6 и затем отражается от зеркала 7 в обратном направлении в окуляр 1, где получается изображение отраженной шкалы и указателя в виде стрелки. Так как зеркало 7 связано с измерительным штифтом 8, незначительное перемещение последнего при измерении вызывает небольшой поворот зеркала, отчего происходит сдвиг изображения отраженной шкалы относительно неподвижного указателя. Это смещение, наблюдаемое в окуляре, дает возможность производить отсчет.

Шкала оптиметра имеет по 100 делений в обе стороны от нуля. Цена деления — 0,001 мм. Следовательно, предел измерения по шкале прибора составляет $\pm 0,1$ мм.

В инструментальном производстве находит применение вертикальный оптиметр (рис. 47, б). Он состоит из основания со стойкой 1, кронштейна 2, трубки 5, отводки 4, столика 5 и зажимного винта 6.



Измерение деталей производят следующим образом. Блок концевых мер длины заданного размера размещают на столике 5 и устанавливают оптиметр в нулевое положение. Грубая установка производится перемещением от руки кронштейна 2, а точная — подъемом столика 5 с помощью винта 7. Столик располагают так, чтобы измерительный штифт 8 (см. рис. 47, а) упи-

рался в деталь, а указатель, видимый в окуляре, точно совпадал с нулевым делением шкалы. После этого столик закрепляют винтом 6, блок концевых мер убирают, а на его место ставят деталь.

Если размеры детали имеют некоторое отклонение от величины блока концевых мер, то это вызовет перемещение измерительного штифта, соответствующие отклонения в положении зеркала и поднятие или опускание шкалы. Для определения размера детали необходимо к размеру блока концевых мер прибавить или отнять показания оптиметра.

Наибольшая высота измеряемой на вертикальном оптиметре детали— 180 мм.

Ответьте письменно на вопросы:

1. Для каких целей применяют оптико-механические приборы?
2. Для чего предназначены инструментальные микроскопы?
3. Какие типы инструментальных микроскопов вы знаете?
4. Зарисуйте оптическую схему оптиметра.
5. Опишите, как эта схема действует.
6. Опишите устройство инструментального микроскопа и зарисуйте его.
7. Какие законы физики положены в основу действия оптиметра?
8. Какова цена деления, предел измерения и погрешность шкалы оптиметра?

9. Опишите методику измерений производимых при помощи оптиметра?

10. Заполните таблицу № 6.

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образо-
вательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №5

Тема: Калибры.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Калибры

Калибрами называются бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки размеров, форм и взаимного расположения частей деталей. Калибры не определяют числового значения измеряемой величины.

В машиностроении конструктор задает размер, как правило, с двумя предельными отклонениями, (наименьшим и наибольшим), и контроль сводится не к определению его абсолютного размера, а лишь к определению, находится ли действительный размер детали в пределах заданных отклонений. Такой контроль производится предельными калибрами.

Предельный калибр для контроля отверстий с одного конца имеет пробку с наименьшим предельным размером — проходную сторону (ПР), а с другого — с наибольшим предельным размером — непроходную сторону (НЕ).

Для контроля деталей типа валов применяется предельная скоба, которая имеет проходную и непроходную стороны.

При контроле предельными калибрами непроходная сторона скобы или непроходная пробка не должна надеваться на вал или входить в отверстие.

По назначению калибры подразделяют на рабочие (Р—ПР и Р—НЕ)—для проверки размеров деталей рабочими и ОТК завода-изготовителя; приемные (П—ПР и П—НЕ)—для проверки размеров деталей представителями заказчика и контрольные (К—ПР, К—НЕ, К—П, К—И)—для контроля размеров рабочих и приемных калибров или для установки регулируемых скоб.

Условные обозначения калибров следующие:

- Р—ПР — рабочий калибр, проходная сторона;
- Р—НЕ — рабочий калибр, непроходная сторона;
- П—ПР — приемный калибр, проходная сторона;
- П—НЕ — приемный калибр, непроходная сторона;
- К—ПР — контрольный калибр для проходной стороны новых рабочих калибров;
- К—НЕ — контрольный калибр для непроходной стороны рабочих и приемных скоб;
- К—И — контрольный калибр для проверки износа проходной стороны рабочих скоб;
- К—П — контрольный калибр для перевода частично изношенных рабочих проходных калибров в приемные.

По конструктивным признакам различают калибры: нерегулируемые (жесткие) для контроля одного определенного размера;

регулируемые, позволяющие компенсировать износ калибра или установить его на другой размер, близкий к первоначальному;

однопредельные с отдельным выполнением проходного и непроходного калибров;

двухпредельные (односторонние и двусторонние), представляющие конструктивное объединение проходного и непроходного калибров.

В машиностроении широко распространены листовые калибры, называемые шаблонами. Предельные листовые калибры для измерения длины обозначаются буквами Б и М. Стороны этих калибров, соответствующие наибольшему предельному размеру детали, обозначаются буквой Б, а соответствующие наименьшему предельному размеру — буквой М. Контрольные листовые калибры (контршаблоны) условно обозначаются К—Б и К—М.

В зависимости от контролируемых элементов деталей различают калибры для контроля: отверстий; валов; наружных и внутренних резьб; шлицевых валов и втулок; уступов, длин и высот (плоские шаблоны); взаимного расположения элементов деталей (пространственные калибры); конусных отверстий и наружных конусов.

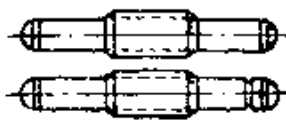
Калибры для контроля цилиндрических деталей, Калибры-пробки и калибры-скобы применяют для контроля размеров от 0,1 до 3150 мм деталей с допуском от *IT 6* до *IT 7*.

По конструктивным признакам различают калибры нерегулируемые, регулируемые, полные и неполные пробки, нутромеры и др. Конструкции калибров-пробок по ГОСТам 14807—69...14827—69, 11736—72... 17742—72 приведены в табл. 11.

Неполные односторонние пробки с ручками и накладками, а также штихмасы и нутромеры изготавливают комплектно — один инструмент проходной, а второй — непроходной. Для измерения отверстий диаметром 37...100 мм служат регулируемые пробки. Они применяются в мелкосерийном производстве. Конструкции пробок (ГОСТы 16778—71...16780—71) размерами проходных от 1 до 6 мм и двусторонних от 1 до 50 мм оснащаются твердым сплавом. Эти пробки предназначены для контроля отверстий с допуском от IT6 до IT10.

ТАБЛИЦА 11

Калибры-пробки для контроля отверстий

Наименование калибров	Пределы измерения, мм	Эскиз калибра
Пробки двусторонние с цилиндрическими вставками (проволочками)	1...3	
Пробки со вставками с конусным хвостовиком: двусторонние проходные и непроходные	1...50	
Пробки односторонние двухпределные со вставками с конусным хвостовиком	6...50	
Пробки с насадками: двусторонние проходные и непроходные	30...100	
Пробки листовые двусторонние	18...100	
Пробки листовые односторонние	50...300	
Пробки неполные с ручкой: проходные и непроходные	50...150	
Пробки неполные с накладками: проходные и непроходные	150...360	
Штихмасы и нутромеры: проходные и непроходные	250...1000	

Конструкции калибров-скоб по ГОСТам 2216—68, 18355—73 и 18368—73 представлены в табл. 12.

ТАБЛИЦА 12

Калибры-скобы для контроля валов

Наименование	Пределы измерения, мм	Эскиз калибра
Листовые двусторонние	3...10	
Листовые прямоугольные односторонние	1...70	
Листовые круглые односторонние	1...180	
Штампованные односторонние без рукоятки	3...50	
Штампованные с ручками из теплоизоляционного материала	50...170	
Литые односторонние со вставными губками	100...325	

Кроме жестких применяют также регулируемые скобы для контроля валов диаметром до 350 мм (рис. 48). К литому корпусу 1 скобы привернута неподвижная губка 2. Вставки 3 можно регулировать на величину от 3 до 8 мм как по проходному, так и по непроходному размерам с помощью установочных винтов 4. После установки необходимого размера вставки закрепляют втулками 5 с лыской и винтами 6.

Конструкции односторонних листовых скоб по ГОСТам 16775—71. ..16777—71 оснащаются твердым сплавом для контроля валов диаметром от 3 до 180 мм с допуском от IT7 до IT10.

Калибры-шаблоны для контроля размеров уступов, глубин и высот. Согласно ГОСТу 2534—77 при выборе допусков на размеры глубин, высот и уступов калибры следует изготавливать с допуском IT11 и грубее и лишь при особой необходимости — более точные.

В условиях серийного и массового производства контроль этих размеров производят с помощью предельных калибров, изготавливаемых из листовой стали. Конструкции калибров разнообразны и зависят от метода контроля. Различают контроль методами вхождения, просвета, надвигания и рисков.

Калибры, работающие по методу вхождения, показаны на рис. 49, а, б и в. Практически они мало чем отличаются от листовых калибров для контроля гладких цилиндрических поверхностей. Калибрами-скобами контролируют длину и ширину уступов, а калибрами-пробками — ширину пазов.

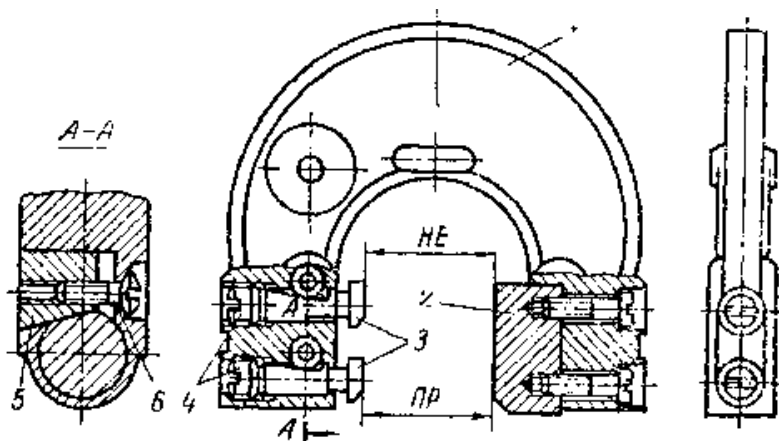


Рис. 48. Регулируемая скоба.

Для контроля глубины пазов, высоты и длины уступов применяют калибры, работающие по методу просвета (рис. 49, г, д и е). Если просвет появляется между поверхностью детали и измерительными поверхностями калибра последовательно

у сторон Б и М, то деталь считается годной. В момент контроля направляющая поверхность калибра должна прилегать к базовой поверхности детали.

Когда метод просвета использовать невозможно, применяют метод надвигания (рис. 49, ж и з). Калибры надвигаются на контролируемый размер поочередно каждой стороной.

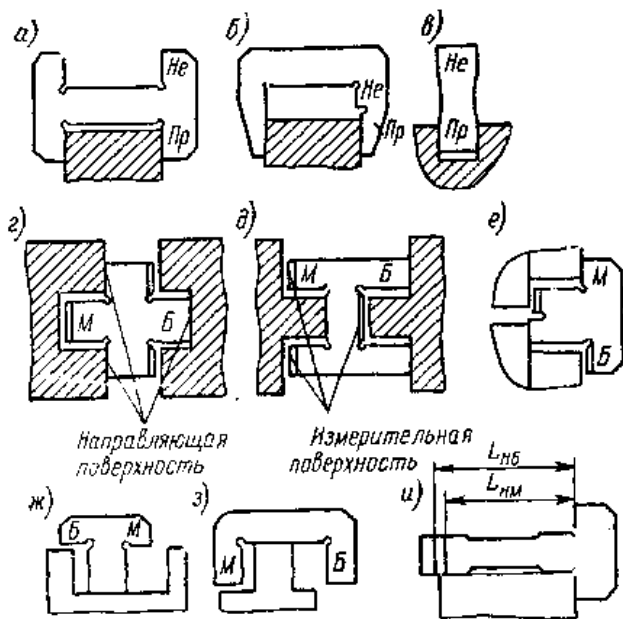


Рис. 49. Предельные калибры для контроля линейных размеров.

Для контроля размеров длин, проточек, прорезов, если допуск на них превышает 0,5 мм, служат калибры, работающие по методу рисков (рис. 49, и). Деталь считается годной, если плоскость измеряемого размера находится между рисками.

Калибры для контроля резьб. Назначение, характеристика и конструкции калибров для контроля метрических резьб регламентируются стандартами.

В соответствии с ГОСТом 18107—72 контроль резьбы сводится к следующему:

1) проверяют свинчиваемость, наличие которой показывает, что предельные размеры всех трех диаметров (d_1 , d_2 , и d_3) резьбы болта не больше, а гайки — не меньше теоретических и что ошибки шага и угла профиля компенсированы изменением среднего диаметра. Проверка свинчиваемости болта выполняется резьбовым кольцом, которое должно навинчиваться на болт, а проверка свинчиваемости гайки — резьбовой пробкой, которая должна ввинчиваться в гайку. Таким образом, эти калибры контролируют одновременно все три диаметра резьбы и являются комплексными проходными калибрами;

2) проверяют качество резьбы, при этом контролируются вторые предельные размеры диаметров с целью установления, что их отклонения не превышают допустимых. Качество резьбы

проверяется непроходным калибром. Так как он может контролировать только один параметр, для каждого из диаметров резьбы требуются отдельные непроходные калибры.

Предельный размер наружного диаметра болта обычно проверяют гладкой скобой (Р—ПР и Р—НЕ) с такими же отклонениями, как у скобы для контроля гладких цилиндрических валов с допуском ИТ9. Эта скоба должна иметь толщину не менее $(2—2,5)s$, чтобы не проваливаться между витками резьбы.

Предельные размеры внутреннего диаметра гайки контролируют обычно гладкой пробкой (Р—ПР и Р—НЕ) с теми же отклонениями, как и у пробки для контроля гладких цилиндрических отверстий с допуском ИТ9.

Наименьший предельный размер внутреннего диаметра болта и наименьший размер наружного диаметра гайки непроходными калибрами не контролируются. Это объясняется, во-первых, сложностью подобного контроля и, во-вторых, тем, что эти предельные размеры обеспечиваются конструкцией режущего инструмента.

Наименьший предельный размер среднего диаметра болта контролируют непроходным резьбовым кольцом, которое не должно навинчиваться на болт. Наименьший предельный размер среднего диаметра гайки проверяют непроходной резьбовой пробкой, которая не должна ввинчиваться в гайку.

Так как первые витки резьбы обычно имеют некоторую конусность вследствие недостаточно точного направления инструмента, при ее нарезании допускается ввинчивание до двух витков непроходных калибров в зависимости от назначения резьбы.

Калибры для контроля внутренней резьбы представляют собой двусторонние или односторонние пробки (рис. 50, а и б). Рабочая часть пробок выполняется в виде вставок для контроля размеров от 1 до 100 мм и насадок для размеров свыше 50 мм. В проходном калибре желательно иметь число витков, равное числу витков в контролируемой детали (что не всегда возможно). Номинальные размеры среднего, диаметра, шага и угла профиля соответствуют теоретическим размерам этих элементов в детали.

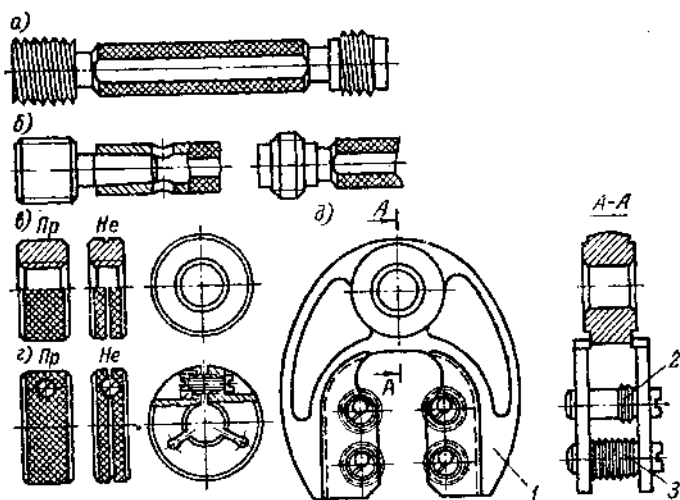


Рис. 50. Резьбовые предельные калибры.

Непроходной калибр имеет меньше, чем деталь, число витков (2—3,5) и укороченный по сравнению с теоретическим профиль. Малое число витков делается с целью уменьшить влияние погрешности шага калибра на результаты контроля, а укорочение профиля — с целью уменьшить влияние на них погрешности угла профиля калибра.

Калибры для контроля наружных резьб изготавливают в виде резьбовых колец или роликовых скоб (рис. 50, в и г). Резьбовые кольца выпускают в комплекте — проходное и непроходное. Они могут быть нерегулируемыми (рис. 50,в) и регулируемыми (рис. 50,г).

Проходные кольца имеют полный профиль резьбы, а непроходные — укороченный профиль и малое число витков. Укороченный профиль у колец и скоб получают путем увеличения внутреннего диаметра и прорезания канавки у впадин (по наружному диаметру резьбы). Для внешнего отличия кольцевых калибров непроходное кольцо имеет на наружной поверхности проточку.

Роликовые скобы (рис. 50, д), состоящие из обоймы 1 и двух пар роликов 2 и 3, хотя и сложнее в изготовлении, однако более удобны для контроля и значительно ускоряют его. Их выполняют односторонними с проходным и непроходным размерами. В качестве измерительных гу-

бок применяют ролики или гребенки. Эксцентриковые оси, на которых установлены ролики, позволяют легко регулировать размер между роликами.

Допуски на изготовление резьбовых калибров для метрической резьбы установлены ГОСТом 18107—72 отдельно на каждый параметр.

Калибры для контроля шлицевых и шпоночных соединений. Отверстия и валы с прямобочным шлицевым профилем контролируются поэлементно и комплексно. Поэлементные калибры предназначены для контроля отдельных элементов шлицевого профиля: наружных диаметров вала и отверстия D , внутренних диаметров вала и отверстия d , толщины зубьев вала и ширины впадины b . Конструктивное оформление поэлементных калибров аналогично оформлению гладких предельных пробок, пластин и скоб.

При комплексном контроле проверяются погрешности формы и взаимного расположения элементов шлицевого профиля отверстий и валов. Контроль осуществляется специальными комплексными шлицевыми калибрами-пробками (рис. 51, а) и калибрами-кольцами (рис. 51, б), которые применяются как проходные калибры. Калибры-пробки с одним направляющим пояском служат для контроля отверстий, центрируемых по размерам D или b , а с двумя поясками — для отверстий, центрируемых по размеру d . В соответствии со стандартами этот контроль распространяется на шлицевые валы и отверстия с номинальными внутренними диаметрами d до 120 мм.

В шпоночных соединениях контролю калибрами подвергаются: диаметры вала и отверстия, ширина шпоночной канавки на валу и во втулке, размер отверстия $D + t$ (где t — глубина паза), размер вала $D - t$ и асимметричное расположение шпоночного паза. Контроль диаметра вала и отверстия производится гладкими предельными калибрами, а остальные параметры шпоночных соединений — специальными калибрами.

Калибры для контроля конических деталей. Контроль или измерение диаметров конусов имеет одну важную особенность. Измерить диаметры оснований конусов (большой — у отверстий и малый — у пробки) простыми методами не представляется возможным, поэтому изменение их размеров при обработке определяют по изменению базового расстояния при сопряжении проверяемой детали с калибром.

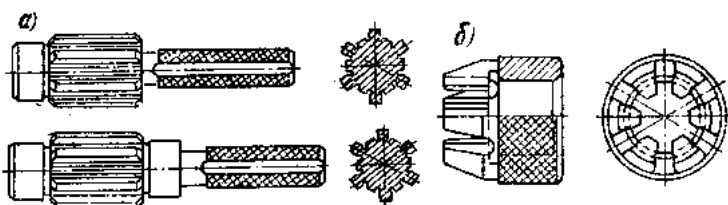
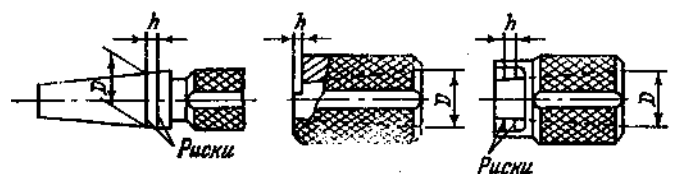


Рис. 51. Комплексные шлицевые калибры.

Рис. 52. Калибры для контроля конусов.



Контроль гладких конических деталей осуществляется с помощью калибров по их осевому перемещению относительно детали и направлен на ограничение отклонений базовых расстояний.

Требования к конструкции калибров для контроля конусов регламентируются ГОСТом 2849—77. Калибры для контроля наружных и внутренних конусов представляют собой конические пробки или втулки, имеющие риски или уступы, расстояние h между которыми равняется допустимому отклонению базового расстояния (рис. 52). При контроле торец детали должен находиться между, рисками или торцами калибра, расположенными на расстоянии h друг от друга.

Кроме проверки осевого положения калибра относительно детали, необходимо проверить угол (конусность), прямолинейность образующей и форму конуса. Для этого калибр покрывают тонким слоем краски (3...6 мкм), обычно берлинской лазури, растертой на индустриальном масле, вводят в соединение с проверяемой деталью в несколько раз проворачивают. О правильности прилегания судят по оставшимся на поверхности детали следам краски или по характеру ее стирания на калибре.

Контроль наружных конусов по расположению их базовой поверхности и плотности прилегания поверхностей может производиться с помощью специальных угловых скоб по рискам и на просвет одновременно.

Ответьте письменно на вопросы:

1. Для чего предназначены калибры? Что называется калибром?
2. Напишите условные обозначения калибров. Что они обозначают?
3. Зарисуйте калибры.
4. Какие калибры бывают по конструктивным признакам?
5. Опишите методы контроля глубины пазов?
6. Опишите методы контроля резьб?
7. Опишите методы контроля шлицевых соединений?
8. Для чего предназначены предельные калибры?
9. Опишите методы вхождения и метод просвета. В каких случаях применяют эти методы?
10. Заполните таблицу № 4

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образо-
вательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №6

Тема: Инструменты для контроля прямолинейности и плоскостности.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Инструменты для контроля прямолинейности и плоскостности

Для контроля плоскостности и прямолинейности применяют поверочные линейки, плиты, плоские стеклянные пластины и различные устройства специального назначения.

Линейки. Типы и основные размеры поверочных линеек (СТ СЭВ 243—75) приведены в табл. 13.

Линейки типов ЛД, ЛТ и ЛЧ являются наиболее распространенными инструментами для контроля прямолинейности. Их называют лекальными линейками. Они бывают с двусторонним скопом, трехгранные и четырехгранные. Их изготавливают 0-го и 1-го классов точности из стали марки Х или ШХ15 и термически обрабатывают до твердости HRC58. Допускаемые отклонения от прямолинейности лекальных линеек зависят от их длины и класса точности:

длина линейки, мм	80	125	200	320
класс точности 0-й, мкм	0,6	0,6	1,6	1,6
класс точности 1-й, мкм	1,6	1,6	2,5	2,5

При проверке измерительных инструментов применяют линейки 0-го класса точности.

Прямолинейность поверхностей контролируют линейками двумя способами: на просвет и на краску. При контроле на просвет линейку острым ребром накладывают на контролируемую поверхность, а источник света помещают сзади. При отсутствии отклонений от прямолинейности и плоскостности свет нигде не должен пробиваться. Линейное отклонение определяют на глаз или путем сравнения с образцом просвета. Минимальная ширина щели, улавливаемая глазом, составляет 3—5 мкм.

Примеры контроля обработанных поверхностей лекальными линейками показаны на рис. 53, а — д.

При контроле методом на краску на поверочную плиту или линейку наносят тонкий слой разведенной в масле лазури или сажи, а затем накладывают на окрашенную поверхность проверяемую поверхность и слегка притирают к ней. Качество поверхности оценивают по равномерности нанесения пятен и их числу на площади размером 25X25 мм в нескольких местах. Разница в количестве пятен на соседних площадках должна быть не более двух-трех.

Линейки типов ШП, ШД, ШМ и УТ с широкой рабочей плоскостью (см. табл. 13) применяют для контроля прямолинейности и плоскостности деталей большого размера (400 мм и более). Их называют поверочными линейками.

Линейки ШП и ШД 0-го, 1-го и 2-го классов точности изготавливают из стали марки У7 с твердостью рабочей поверхности HRC50. Они служат для контроля прямолинейности методом на просвет или с помощью щупа.




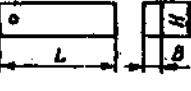


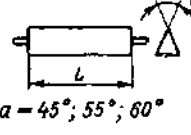
Линейки типов ШМ и УТ тех же классов точности выполняют из серого чугуна СЧ18-36 или из высокопрочного ВЧ45-5 твердостью HB 170...229. Предназначены они для контроля методом на краску,

Поверочные плиты (рис. 54) применяют для проверки плоскостности методом на краску и для использования в качестве вспомогательного приспособления при различных контрольных операциях.

Поверочные плиты изготавливают пяти классов точности: 01-го, 0-го, 1-го, 2-го и 3-го. Рабочие поверхности плит для контроля методом на краску должны быть шаброваны и отличаться точной плоскостностью, что достигается шабрением методом трех плит. Поверочные плиты, предназначенные для иных целей, могут быть отшлифованы или притерты.

ТАБЛИЦА 13

Типы и основные размеры поверочных линеек

Типы и классы точности	Эскиз	Размеры, мм	Способ контроля
ЛД — лекальные двусторонним скопом, классы точности 0-й и 1-й		$L=80-320$, $H=20-50$, $B=5-10$	На просвет и на краску
ЛТ — лекальные трехгранные, классы точности 0-й и 1-й		$L=200-320$, $a=18-36$	
ЛЧ — лекальные четырехгранные, классы точности 0-й и 1-й		$L=200-320$, $a=16-35$	
ШП — с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения, классы точности 0-й, 1-й и 2-й		$L=400-1000$, $H=40-60$, $B=6-12$	1. По линейным отклонениям 2. На краску
ШЦ — с широкой рабочей поверхностью двугривного сечения, классы точности 0-й, 1-й и 2-й		$L=630-4000$, $H=50-160$, $B=14-30$	
ШМ — с широкой рабочей поверхностью (мостиками), классы точности 1-й и 2-й		$L=400-4000$, $B=50-125$	
УТ — угловые трехгранные (клямья), классы точности 1-й и 2-й	 $\alpha = 45^\circ; 55^\circ; 60^\circ$	$L=630-1000$	На краску

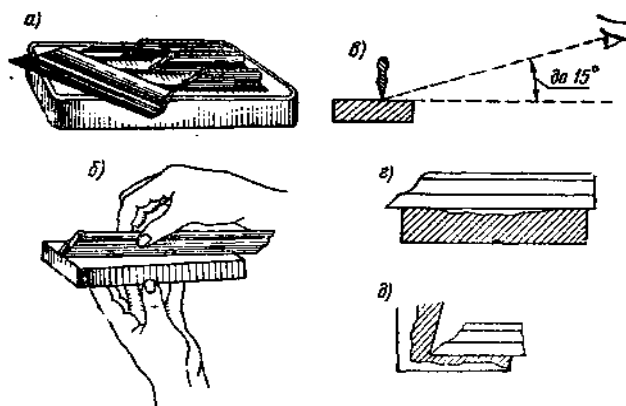


Рис. 53. Примеры контроля линейками.

Рис. 54. Проверочные плиты.



Разметочные плиты могут быть изготовлены чистовым строганием. Их рабочая поверхность может быть разделена на прямоугольники неглубокими продольными и поперечными канавками.

При контроле плоскостности и качества рабочих поверхностей шаброванных плит методом на краску число пятен в квадрате со стороной 25 мм должно быть: для плит классов 01 и 0 — не менее 30, класса 1 — не менее 25 и класса 2 — не менее 20.

Изготавливают плиты размерами от 250X250 мм до 4000X1600 мм из серого перлитного чугуна СЧ28-52 без твердых включений и пористости. Твердость рабочей поверхности должна составлять НВ 200...220.

При контроле методом на краску на рабочую поверхность плиты накладывают плиту (или деталь) с контролируемой поверхностью и слегка притирают. Плоскостность и прямолинейность оценивают по равномерности нанесения пятен и их числу на площади 25X25 мм в нескольких местах.

Плоские стеклянные пластины. Для измерения концевых мер длины и для контроля притираемости и плоскостности их измерительных поверхностей, а также поверхностей калибров и других инструментов применяют плоские стеклянные пластины (ГОСТ 2923—75, рис. 55, а).

В зависимости от назначения различают два типа пластин:

нижние (опорные), к которым притираются плоскопараллельные концевые меры длины при измерении их интерференционным методом. Эти пластины служат также для проверки притираемости и плоскостности измерительных поверхностей концевых мер, калибров и других инструментов. Они выпускаются диаметром 60, 80, 100, 120 мм и толщиной 20, 25 и 30 мм (рис. 55, б);

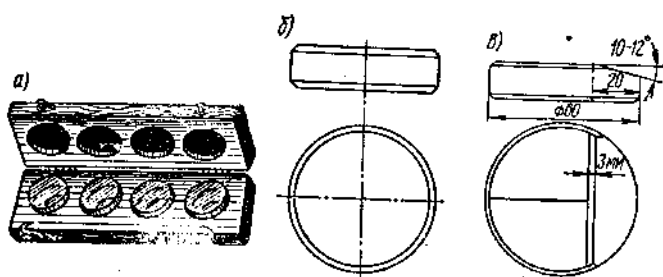


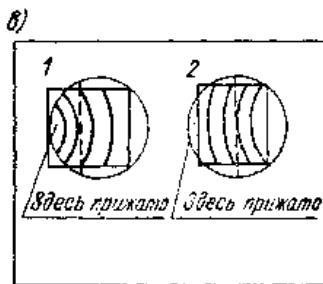
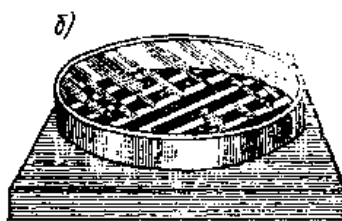
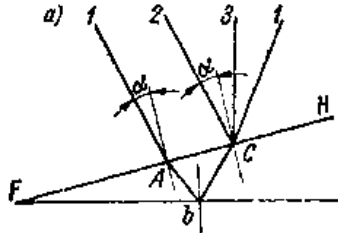
Рис. 55. Плоские стеклянные пластинки.

верхние для измерения плоскопараллельных концевых мер длины интерференционным методом (рис. 55, в).

Отклонения от плоскостности рабочих поверхностей не должны превышать 0,03—0,05 мкм для пластин 1-го и 0,1 мкм для пластин 2-го классов точности.

В соответствии со стандартом промышленность выпускает плоскопараллельные стеклянные пластины и наборы из них для проверки интерференционным методом плоскостности и взаимной параллельности измерительных поверхностей микрометров и рычажных скоб. Наборы состоят из четырех пластин диаметром 30, 40 и 50 мм. По толщине пластины отличаются друг от друга на 0,125 мм. Так, в наборе № 1 разряда 1 пластины имеют следующие размеры: 15,00; 15,12; 15,25 и 15,37 мм.

Сущность интерференционного метода контроля заключается в следующем. На контролируемую поверхность плотно накладывают плоскую стеклянную пластину и затем слегка приподнимают один ее край до образования угла менее 1° . Между контролируемой поверхностью и пластиной создается тонкая воздушная прослойка в форме клина. Если на стеклянную пластину направить пучок световых лучей, то каждый луч 1, 2 и 3 (рис. 56, а), пройдя через пластину, отразится от ее нижней плоскости FH в точке A , а часть их преломится и упадет на контролируемую поверхность, отразится от нее и, преломившись в точке b , выйдет из клина. Луч 1, например, будет интерферировать с лучом 2, падающим в точку C . На поверхности будет наблюдаться ряд интерференционных полос. При дневном свете они окрашены в различные цвета, а если пользоваться однородным светом, пропуская его через зеленый или желтый светофильтр, то



будет наблюдаться чередование черных полос с полосами, ярко окрашенными в какой-либо определенный цвет. Интерференционные полосы располагаются таким образом, что вдоль каждой из них расстояние от поверхности пластины до контролируемой поверхности будет одинаковым. Расстояние между двумя полосами соответствует изменению толщины воздушного клина на $0,25 \text{ мкм}$. Следовательно, изменение толщины воздушного клина между пластиной и контролируемой поверхностью на 1 мкм соответствует появлению четырех полос.

Рис. 56. Сущность интерференционного метода контроля.

В тех случаях, когда контролируемая поверхность представляет собой точную плоскость (отклонение от плоскопараллельности около $0,25 \text{ мкм}$), в месте соприкосновения двух поверхностей наблюдаемые полосы будут прямыми и параллельными (рис. 56,б). В тех же случаях, когда контролируемая поверхность доведена до точности стеклянной пластины, интерференционные полосы исчезнут и будет наблюдаться равномерная окраска одного цвета. При контроле по-

верхностей, изготовленных с отклонениями, наблюдается искривление интерференционных полос. По характеру их искривления можно судить о выпуклости или вогнутости поверхности и легко определить величину этого отступления от плоскостности.

Две контролируемые поверхности, имеющие выпуклость и вогнутость, показаны на рис. 56, в. Чтобы установить, имеется ли на поверхности выпуклость или вогнутость, нужно определить положение клина, а расширение его направлено в ту сторону, куда двигаются полосы при легком нажиме на стеклянную пластину. Если в сторону расширения клина направлена выпуклость интерференционных полос, то поверхность выпуклая, если же — вогнутость, то поверхность вогнутая.

Величину искривления можно определить следующим образом. Если мысленно провести прямую, касающуюся полосы в середине (штриховая линия на рис. 56,в), то можно увидеть, что края полосы смещены относительно середины на одну полосу, т. е. расстояние между поверхностями детали и пластины изменяется на $0,25 \text{ мкм}$. Следовательно, величина выпуклости составляет $0,25 \text{ мкм}$. Из рис. 56, в видно, что контролируемая поверхность имеет вогнутость в полполосы, т. е. $0,125 \text{ мкм}$.

Интерференционный способ применяется для контроля поверхностей размерами до $100 \times 100 \text{ мм}$.

Ответьте письменно на вопросы:

1. Перечислите типы и основные размеры поверочных линейек, выпускаемых по СТ СЭВ 243 – 75?
2. Какого класса точности линейки используют для проверки измерительных инструментов?
3. Опишите методы на просвет и окраску.
4. Зарисуйте типы поверочных линейек.
5. Какие типы линейек применяют для контроля прямолинейности и плоскостности деталей с размером 450 мм ?
6. Для чего предназначены поверочные плиты? Каких классов точности их выпускают?
7. Опишите методику применения стеклянных пластин.
8. Опишите интерференционный метод контроля?
9. Как определяют величину исправления детали?
10. Заполните таблицу № 6.

Таблица №6

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ.
Калининградский филиал Федерального государственного бюджетного образо-
вательного учреждения ВПО
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»**

Кафедра: Механизации сельского хозяйства.

Дисциплина: Метрология, стандартизация, сертификация.

Лабораторно-практическое занятие №7

Тема: Средства измерения шероховатости поверхности.

Полесск

2012г.

Разработал: к.т.н. А.С. Рожков

Рассмотрено на заседании кафедры Механизация сельского хозяйства
(протокол №1 от «26» октября 2012 г.).

Методическое указание одобрено УМО Калининградского филиала ФГБОУ ВПО
СПбГАУ
(протокол № от «__» _____ 20 г.).

Средства измерения шероховатости поверхности

Оценка шероховатости поверхности осуществляется [качественным и количественным методами. Первый основан на сравнении обработанной поверхности с образцами, а второй — на измерении неровностей специальными приборами.

Качественный метод оценки шероховатости поверхности широко применяется в промышленности.

Образцы шероховатости поверхности (рис. 57), изготавливаемые по ГОСТу 9378—75, представляют собой наборы стальных или чугунных пластин размерами 30 * 20 мм. Плоская или цилиндрическая рабочая поверхность образцов обрабатывается различными способами при определенных режимах и по результатам измерения неровностей образцы относятся к соответствующим классам. Высота неровностей должна соответствовать $0,8R_a$ данного класса с допустимым отклонением $\pm 20\%$. Образцы, обработанные точением, строганием, фрезерованием и развертыванием, изготавливаются незакаленными, а шлифованием, полированием или доводкой — закаленными.

В цеховых условиях кроме стандартных образцов шероховатости поверхности используют образцовые (эталонные) детали, шероховатость поверхности которых измеряется количественным методом.

При контроле деталей шероховатость их поверхностей сравнивают с шероховатостью поверхности образца определенного класса. Сравнение производят визуально невооруженным глазом или путем осязания, проводя ногтем поперек следов обработки. Сравнение обеспечивает надежную оценку шероховатости поверхности $R_a = 40 \dots 20$ — $R_a = 1,25 \dots 0,63$ мкм. Качество оценки шероховатости поверхностей $R_a = 0,63 \dots 0,32$ — $R_a = 0,16 \dots 0,08$ мкм зависит от опыта контролера.

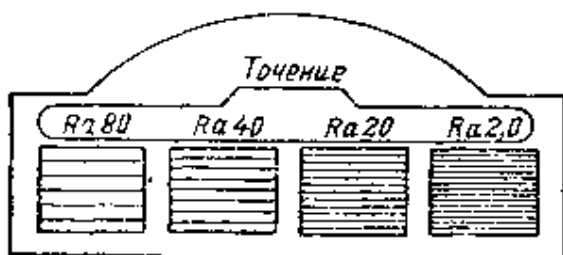


Рис. 57. Образцы шероховатости поверхности.

Применение микроскопов сравнения значительно повышает точность оценки шероховатости поверхности. Они дают возможность одновременно рассматривать проверяемую деталь и образец, которые в поле зрения микроскопа расположены рядом, одинаково увеличены и освещены.

вещены.

Количественный метод. Для определения высоты микронеровностей имеется большое количество разнообразных приборов. По способу измерения их можно разделить на две группы: контактные (щуповые) и бесконтактные.

Сущность действия контактных (щуповых) приборов заключается в том, что по контролируемой поверхности перемещается («ощупывает» ее) алмазная или стальная игла. Вертикальные перемещения ее, соответствующие высоте микронеровностей, увеличиваются электрическим, оптическим, пневматическим или механическим способами и регистрируются отсчетными устройствами. К приборам, измеряющим величину шероховатости контактным методом, относятся профилометры и профилографы.

Профилометры автоматически обрабатывают данные измерения и показывают конечный результат на циферблате. Профилографы записывают профиль контролируемой поверхности в виде профилограммы, по которой можно определить различные параметры шероховатости поверхности. Существуют также комбинированные приборы, выполняющие одновременно функции профилометра и профилографа.

В настоящее время применяются профилометры-филографы моделей 201 и 202, цеховой профилометр Цели 240 и портативный модели 253.

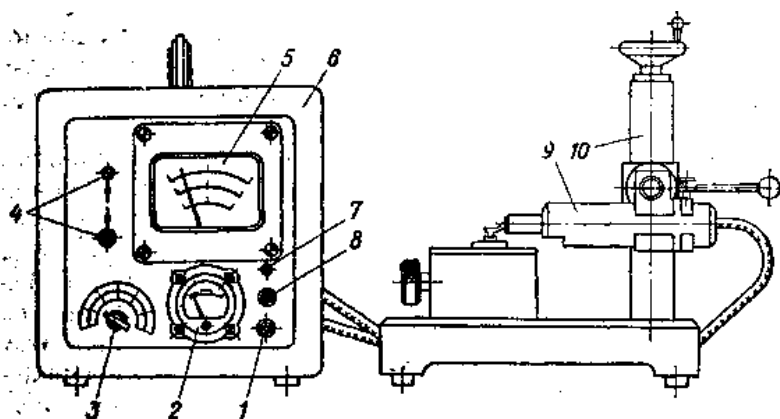


Рис. 58. Профилометр цеховой модели 240.

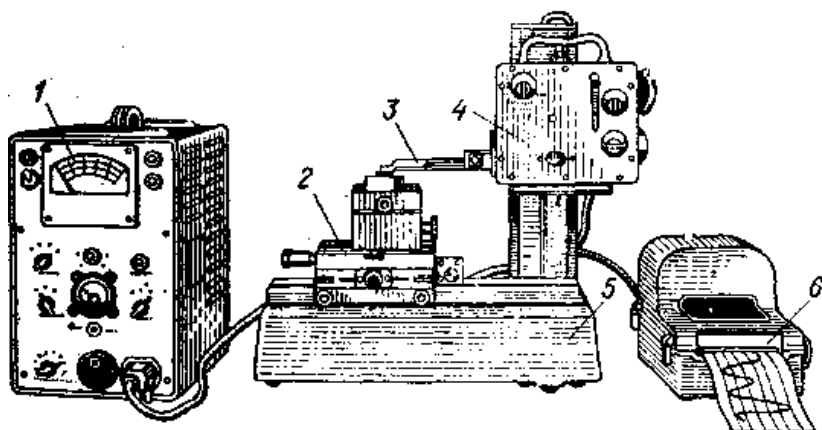


Рис. 59. Профилограф-профилометр модели 201,

Профилометр модели 240 (рис. 58) предназначен для определения шероховатости поверхности деталей из стали, чугуна, цветных металлов и их сплавов, а также неметаллических материалов и покрытий в пределах $R_a = 2,5 \dots 1,25$ — $R_a = 0,040 \dots 0,020$ мкм. Прибор позволяет проверить наружные и внутренние поверхности деталей, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию. Действие прибора основано на принципе «ощупывания» поверхности детали алмазной иглой с радиусом закругления 10 мкм и преобразования ее вертикальных перемещений в электрическое напряжение.

Основными частями прибора являются датчик 9, электронный блок с показывающим прибором 6 и стойка 10. Датчик состоит из измерительной головки, которая преобразует вертикальные перемещения иглы в электрическое напряжение, и привода с электродвигателем, редуктором, ходовым винтом и ползуном. Привод обеспечивает перемещение измерительной головки с постоянной скоростью, равной 1,06 мм/с.

Датчик 9 крепится на стойке 10 в кронштейне, который может перемещаться в вертикальном направлении и поворачиваться вокруг горизонтальной оси при установке датчика параллельно плоскости проверяемой детали. На передней панели электронного блока расположены показывающий 5 и контрольный 2 приборы, тумблер 8 и сигнальная лампа 7 включения сети, переключатель пределов измерения 3, ручка двух потенциометров «Настройка» 4 и кнопка 1 включения привода датчика.

Прибор применяется в цеховых контрольных пунктах, а также непосредственно на рабочих местах.

Профилограф-профилометр модели 201 (рис. 59) служит для определения шероховатости и волнистости поверхностей деталей из любых материалов. Он позволяет проверять наружные и внутренние поверхности деталей, сечение которых в плоскости измерения представляет прямую линию.

Действие его аналогично действию прибора модели 240, однако он более совершенный. Прибор состоит из двух блоков: электронного измерительного 1 и записывающего 6. На стойке 5 размещены измерительный столик 2, привод 4 и датчик 3.

Определение величин и профиля микронеровностей поверхности производится по профилограмме, записанной в прямоугольных координатах. Пределы измерений при записи профилограмм — $R_z = 20 \dots 10$ — $R_a = 0,040 \dots 0,020$ мкм. По показаниям прибора определяется величина шероховатости поверхности в указанных пределах.

Прибор позволяет производить измерения шероховатости поверхности с различными длинами трассы интегрирования, что значительно расширяет его эксплуатационные возможности. Длина трассы ощупывания до 40 мм дает возможность проверять волнистость поверхности с большим шагом. Прибор укомплектован набором твердосплавных опор к датчику (для различных видов работ), приспособлением для проверки волнистости и диаграммной бумагой для записи.

Оптико-механические приборы контролируют шероховатость поверхности бесконтактным методом. Действие их основано на различных принципах: светового сечения (приборы модели ПСС), теневого сечения (ПТС) и интерференции света (МИИ).

Ответьте письменно на вопросы:

1. Какие методы оценки шероховатости поверхности в промышленности вы знаете?
2. Какой из названных методов самый точный?
3. Какие приборы применяются для определения шероховатости?
4. Для чего необходимо измерения шероховатостей?
5. Зарисуйте и опишите устройство профилометра?
6. По какому ГОСТу изготавливают образцы шероховатостей?
7. Зарисуйте эти образцы?
8. Какие образцы шероховатостей используют в цеховых условиях? Почему?
9. Опишите методику определения шероховатости без контактным методом?
10. Заполните таблицу.

Наименование измерительных средств	Цена деления шкалы, мм	Предел измерения, мм	Наименование детали	Полученные измерения, мм
			1. 2. 3. 4.	