

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИНК
_____ В.Н. Бориков
“ ___ ” _____ 2015 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Лабораторная работа №5

**Методические указания к выполнению
лабораторной работы по курсу
«Теория измерений»
для студентов IV курса,
по направлению 200100 «Приборостроение»**

Издательство
Томского политехнического университета
2011

УДК 534.014.2
ББК 30.12.

Иванова В.С., Гормаков А.Н.

Использование измерительных инструментов в приборостроении: Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теория измерений» для студентов III курса, по направлению 200100 «Приборостроение», Томск: Изд-во ТПУ., 2011-16 с.

**УДК 534.014.2
ББК 30.12.**

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
точного приборостроения
«_____» _____ 2015 г.

Зав. кафедрой ТПС
доктор технических наук

_____ *В.Н. Бориков*

Председатель учебно-методической
комиссии

_____ *А.Н. Гормаков*

Рецензент

Старший преподаватель кафедры ТПС ИНК
Голиков А.Н.

© Томский политехнический
университет, 2015
© Гормаков А.Н, Иванова В.С., 2015
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2015

1. Цель работы

Познакомиться с современным рядом измерительных инструментов (калибры, штангенинструменты, микрометры), используемых в приборостроении для измерения и контроля геометрических размеров деталей; получить практические навыки работы с данными инструментами.

2. Общие сведения

2.1. Методы измерения

Для обеспечения высокого качества изделий необходимо, чтобы все параметры деталей (размеры, предельные отклонения форм, расположения поверхностей и др.) были выполнены с заданной точностью.

В технике эти параметры проверяют двумя способами - измерением и контролем.

Измерением называют нахождение физической величины (длины, массы, электрического сопротивления и т.д.) с помощью специальных технических средств.

При контроле обычно не находят действительные величины, а устанавливают, что они находятся в заданных пределах.

Измерения могут быть прямыми и косвенными. При прямом измерении величину находят непосредственно, например, угол при измерении - угломером, длину - линейкой. При косвенном измерении величину находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям (например, находят угол по измеренным длинам катета и гипотенузы). Косвенные измерения в некоторых случаях позволяют получить более точные результаты, чем прямые.

Применяют различные методы измерений. Методом непосредственной оценки (абсолютное измерение) определяют измеряемую величину непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора. Например, определение диаметра вала микрометром, штангенциркулем.

Метод сравнения с мерой (относительное измерение) заключается в сравнении измеряемой величины с известной. При относительных измерениях определяемую величину сравнивают с известной мерой, или эталоном.

2.2. Меры длины

Плоскопараллельные концевые

Наиболее точным средством измерения длины в машиностроении являются плоскопараллельные концевые меры длины - плитки. Их применяют для проверки точности измерительных приборов и инструментов, установки приборов на нуль отсчета, непосредственных измерений и т.д. Концевые меры длины представляют собой пластины из закаленной стали или твердого сплава,

имеющие форму прямоугольных параллелепипедов с двумя плоскими измерительными поверхностями, которые весьма точно обрабатываются путем шлифования (рис. 1).

Точно выполненные поверхности пластин обладают способностью притираться (сцепляться) силами молекулярного притяжения, что позволят собирать их в блоки разных размеров. Притираемость и высокая точность - свойство концевых мер, определяющее их ценность как измерительных средств. Притираемость дает возможность собирать блоки разных размеров из минимального числа концевых мер (4 – 5 штук) с дискретностью 1 мкм.

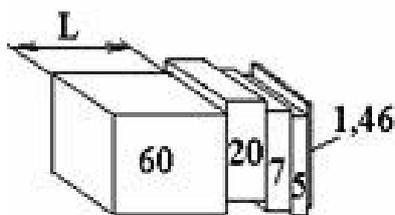


Рис. 1 Набор концевых мер длины

Концевые меры выпускают наборами. Согласно ГОСТ 9038, выпускается 21 набор концевых мер (от 4 до 112 мер в наборе).

Меры по точности изготовления делят на четыре класса: 0, 1, 2 и 3-й. Для мер, находящихся в эксплуатации, предусмотрены дополнительно 4-й и 5-й классы. В аттестате указывают номинальный размер концевой меры, отклонение от номинального размера в микрометрах и разряд, к которому отнесен поверяемый набор мер.

При пользовании аттестованными мерами за размер каждой из них принимают действительный размер, указанный в аттестате. В этом случае отклонения размера мер не будут влиять на точность измерения независимо от их принадлежности к тому или иному классу точности. Применение мер по разрядам с учетом их действительных размеров позволяет производить более точные измерения.

Угловые меры

По аналогии с концевыми мерами длины созданы угловые меры, которые служат для измерения углов шаблонов конгршаблонов, для проверки показаний угломеров и для проверки изделий. Угловые меры поставляют наборами, комплектуемыми из угловых мер типов I, II, III, соответственно с одним рабочим углом со срезанной вершиной (рис. 2, а), с одним рабочим углом остроугольные (рис. 2, б) и с четырьмя рабочими углами (рис. 2, в).

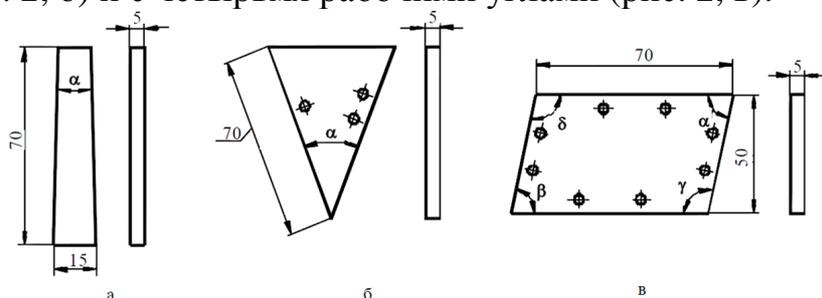


Рис. 2 Угловые меры: а, б, в – соответственно I, II, III типов

2.3. Штангенинструменты

Под общим названием «штангенинструмент» объединяется большая группа средств измерения и разметки линейных размеров. Общим для этих измерительных средств является то, что в качестве отсчетного устройства используется шкала измерительной линейки (штанги) с делением через 1мм, а отсчитывание частей деления на этой основной шкале производится с помощью вспомогательной (дополнительной) шкалы нониуса.

Отсчетное устройство штангенинструмента

Отсчетное устройство штангенинструмента состоит из основной шкалы, нанесенной на штанге с интервалом (т.е. промежутком между двумя соседними отметками шкалы) 1мм нониуса.

Нониус имеет небольшое число интервалов делений (10-20). Первый штрих нониуса является началом шкалы нониуса и одновременно индексом (указателем) значения размера на основной шкале. Если первый штрих нониуса совпадает с каким-либо штрихом основной шкалы (рис. 3, а), то отсчитывают целое значение размера только по основной шкале. Если же первый штрих нониуса не совпадает ни с одним штрихом основной шкалы, то отсчет получается из двух частей. Целое значение размера, кратное 1мм, берут по основной шкале по ближайшему меньшему значению (слева от первого штриха нониуса) и добавляют дробное значение размера по нониусу в зависимости от того, какое деление нониуса совпадает с каким-либо делением основной шкалы.

Порядок отсчета показаний рассмотрим на примере шкалы с нониусом, величина отсчета которого равна 0,1 мм (рис. 3, б). В данном случае отсчет равен 30,5 мм: первый штрих нониуса находится между штрихами основной шкалы с отметкой 3 см (30 мм) и 3,1 см (31мм), следовательно, первая часть отсчета будет равна ближайшему меньшему значению, а именно 30мм. Для того, чтобы определить дробную часть отсчета достаточно определить какой из штрихов шкалы нониуса точно совпадает со штрихом основной шкалы на штанге. В этом примере, 5-й штрих шкалы нониуса точно совпал со штрихом основной шкалы. Поскольку величина отсчета по нониусу равна 0,1 мм, то совпадение 5-ого штриха нониуса означает, что дробное значение отсчета равно 0,5 мм. Весь же размер составляет $30+0,5=30,5$ мм.

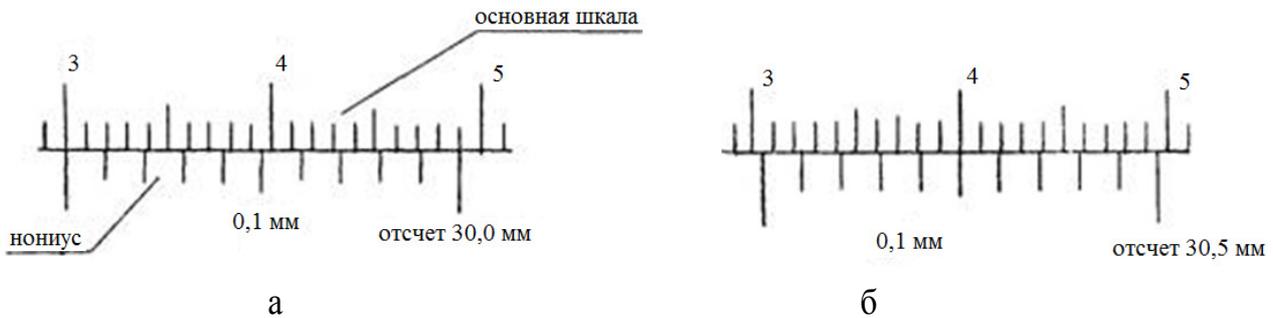


Рис. 3 Отсчетное устройство штангенинструмента

К штангенинструментам относятся штангенциркули, штангенрейсмасы, штангенглубиномеры.

Условное обозначение штангенинструментов состоит из набора букв, характеризующих вид инструмента. Далее указываются пределы измерения, цена деления и номер стандарта. У штангенциркуля после букв ставится его тип (I, T-1, II или III).

Для инструментов, у которых отсчете показаний ведется по нониусу, буквы означают:

- ШЦ - штангенциркуль;
- ШГ - штангенглубиномер;
- ШР - штангенрейсмасс.

Для инструментов с круговой шкалой в обозначения добавляется буква К, а для инструментов с цифровым отсчетом - буква Ц.

Примеры условного обозначения:

Штангенрейсмас ШР-250-0.05 ГОСТ 164 (отсчет по нониусу, пределы измерения 0-250 мм, цена деления -0.05 мм);

Штангенглубиномер ШГК-400-0.02 ГОСТ 162 (отсчет по круговой шкале, пределы измерения 0-400 мм цена деления 0.02 мм);

Штангенциркуль ШЦЦ-II-250-630-0.01 ГОСТ 166 (отсчет цифровой, тип II, пределы измерения 250-630 мм, цена деления 0.01 мм).

Штангенциркули (ГОСТ 166-73 рис. 4, а.) изготавливаются 4-х типов:

- ШЦ-I с двухсторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и с линейкой для измерения глубин и высот;
- ШЦ-II с двухсторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений и для разметки;
- ШЦ-III с односторонним расположением губок для наружных и внутренних измерений.

На рис. 4 представлен штангенциркуль ШЦ-1 и обозначены его основные элементы.

Перед началом измерений штангенциркулем необходимо осмотреть его и проверить на точность. Для этого надо совместить губки инструмента. При этом нулевые риски обеих шкал должны совпасть. Одновременно должен сов-

меститься десятые штрих нониуса с девятнадцатым штрихом миллиметровой шкалы.

Для измерения изделия штангенциркулем необходимо:

– открепить рамки 3 и 6, передвинуть их вдоль штанги и расположить рамку 3 так, чтобы измеряемое изделие можно было установить между измерительными плоскостями губок;

– с помощью микровинта передвинуть рамку 3 до получения плотного прилегания поверхностей обеих губок к поверхностям измеряемого изделия;

– закрепить стопорный винт 4;

– сняв инструмент с изделия, считать показания по шкале штанги и по нониусу.

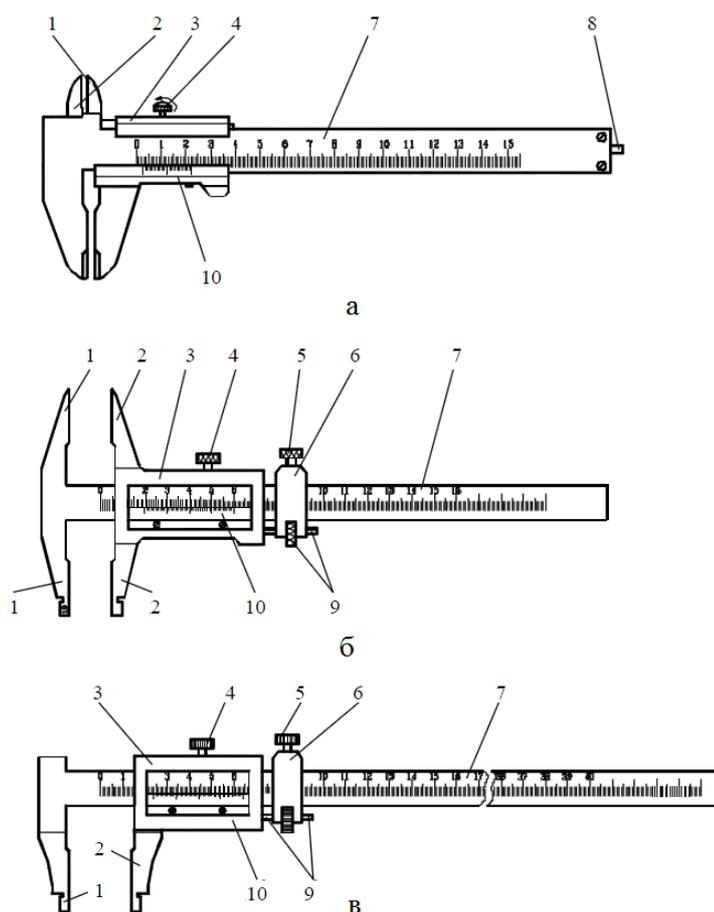


Рис. 4 Штангенциркули:
а – ШЦ I; б – ШЦ II; в – ШЦ III.

1 – неподвижные губки; 2 – подвижные губки; 3 – рамка; 4 – стопорный винт; 5 – зажим рамки микрометрической подачи; 6 – рамка микрометрической подачи; 7 – штанга; 8 – линейка глубиномера; 9 – винт и гайка микрометрической подачи; 10 – нониус.

Измеряя деталь, нельзя допускать перекоса губок штангенциркуля. Положение их обязательно фиксируется стопорным винтом. Точность показаний штангенциркуля зависит от

правильности его установки на изделии (рис. 5). При измерении внутренних размеров необходимо учесть толщину губок штангенциркуля.

Не следует при измерении сжимать детали, захватывая рукой основную рамку.

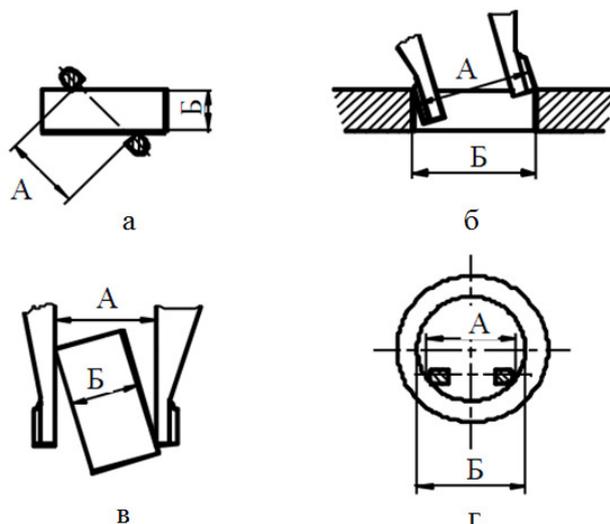


Рис. 5 Примеры неправильной установки штангенциркуля:
а, в – $A > B$; б, г – $A < B$

Штангенинструменты выпускают с точностью отсчета 0,1; 0,05 и 0,025 мм. Штангенинструмент с точностью отсчета 0,05 и 0,025 мм изготавливают с микрометрической подачей для более удобной установки рамки при измерениях.

В настоящее время выпускаются штангенциркули со стрелкой на круговой шкале (рис. 6) и с цифровой индикацией (рис. 7). У этих приборов закрепляют на штанге рейку, а на рамке - зубчатое колесо, которое поворачивается вместе со стрелкой.

В штангенциркулях с цифровой индикацией зубчатое колесо связано с круговым фотоэлектрическим преобразователем, который выдает 1000 импульсов за один оборот колеса. Импульсы регистрируются на световом табло штангенциркуля.



Рис. 6 Штангенциркуль с цифровой индикацией



Рис. 7 Штангенциркуль со стрелкой на круговой шкале

Штангенрейсмас (рис. 8) применяется для измерения высоты детали на плите и для разметочных работ. При его использовании разметочную ножку на деталь следует надвигать сверху, чтобы избежать ошибок при измерении. Вместо неподвижной губки имеет основание, нижняя поверхность которого является рабочей и соответствует нулевому отчету по шкале.

Для измерения размера изделия штангенрейсмасом необходимо:

- открепить рамки 4 и 8;
- установить ножку приблизительно на необходимый размер;
- при помощи микровинта 6 осторожно переместить поверхность ножки до соприкосновения ее с измеряемым изделием;
- закрепить стопорный винт 10 рамки 4;
- считать показания штангенрейсмаса.

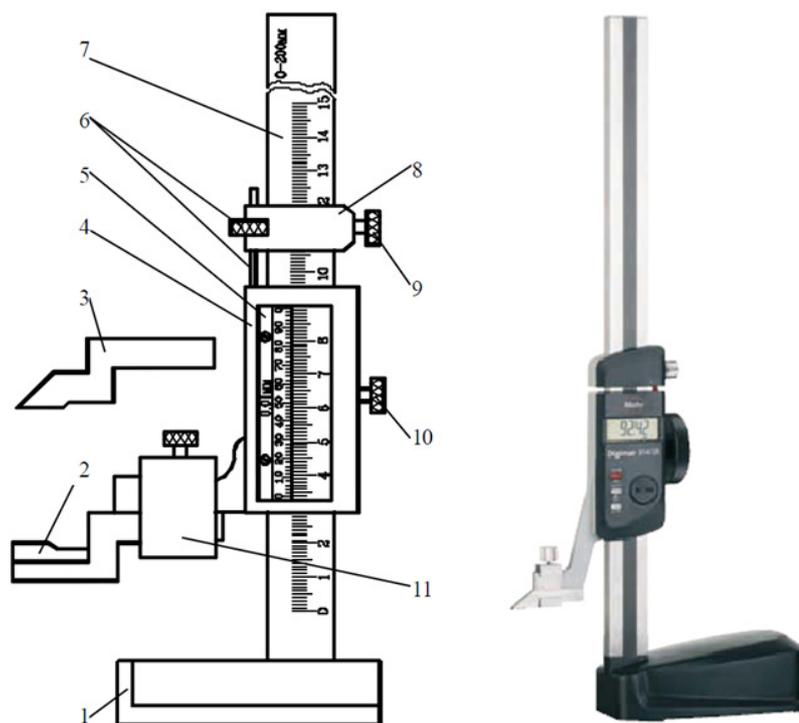


Рис. 8 Штангенрейсмас:

1 – основание; 2 – измерительная ножка; 3 – разметочная ножка; 4 – рамка; 5 – нониус; 6 – винт и гайка микрометрической подачи; 7 – штанга; 8 – рамка микрометрической подачи; 9 – зажим рамки микрометрической подачи; 10 – зажим рамки; 11 – хомут.

Штангенглубиномер используют для измерения глубин отверстий, пазов и уступов. Штангенглубиномер отличается от штангенциркуля тем, что не имеет на штанге (рис. 9) неподвижных губок, а подвижные губки на рамке выполнены в виде опорного основания с плоскостью, расположенной перпендикулярно к направлению штанги. Этой плоскостью штангенглубиномер устанавливают на измеряемый объект. Измеряемый размер заключается между двумя поверхностями, одной из которых является торец самой штанги, а другой – поверхность основания 1.

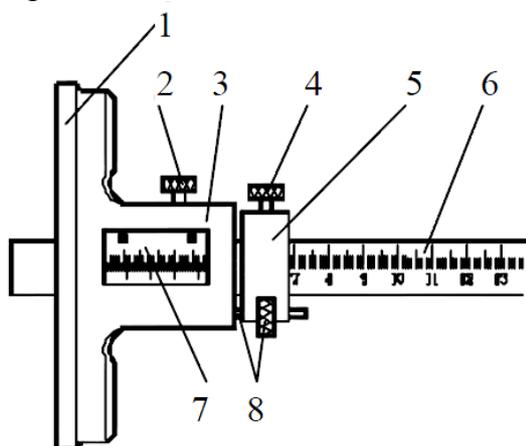


Рис. 9 Штангенглубиномер:

1 – основание; 2 – зажим рамки; 3 – рамка; 4 – зажим рамки микрометрической подачи; 5 – рамка микрометрической подачи; 6 – штанга; 7 – гайка и винт микрометрической подачи; 8 – нониус.

Измерение штангенглубиномером необходимо осуществлять в следующем порядке:

- наложить штангенглубиномер на плоскость измеряемого изделия;
- открепив рамки 3 и 5 продвинуть штангу вниз до тех пор, пока она не коснется своим торцом плоскости или выступа измеряемого изделия;
- закрепить стопорный винт 2;
- сняв штангенглубиномер с изделия, считать показания.

2.4 Микрометрические инструменты

К микрометрическим измерительным инструментам относятся микрометры для измерений размеров наружных элементов, микрометры для измерений размеров внутренних элементов, микрометрические нутромеры, микрометрические глубиномеры и специальные микрометры (для измерения толщины труб, листов и пр.).

Отсчетное устройство микрометрических инструментов

Принцип действия отсчетного устройства всех микрометрических инструментов основан на преобразовании угловых перемещений в линейные при помощи винтовой пары. В этой паре осевое перемещение барабана 3 (рис. 10, а, б) и винта 5 за каждый оборот барабана равно шагу винта.

Если на стебле 4, относительно которого вращается барабан, нанести деления через каждый шаг, то по полученной шкале 11 можно легко определить целое число оборотов винта 5. Для того, чтобы установить долю пройденного деления, на коническом срезе барабана 3 нанесена дополнительная шкала 10, содержащая n делений. Поворот барабана на одно деление этой шкалы вызывает осевое перемещение винта на $1/n$ часть шага.

Таким образом, цена деления барабана определяется из уравнения

$$i = \frac{t}{n},$$

где t – шаг винта; n – число делений на срезе барабана.

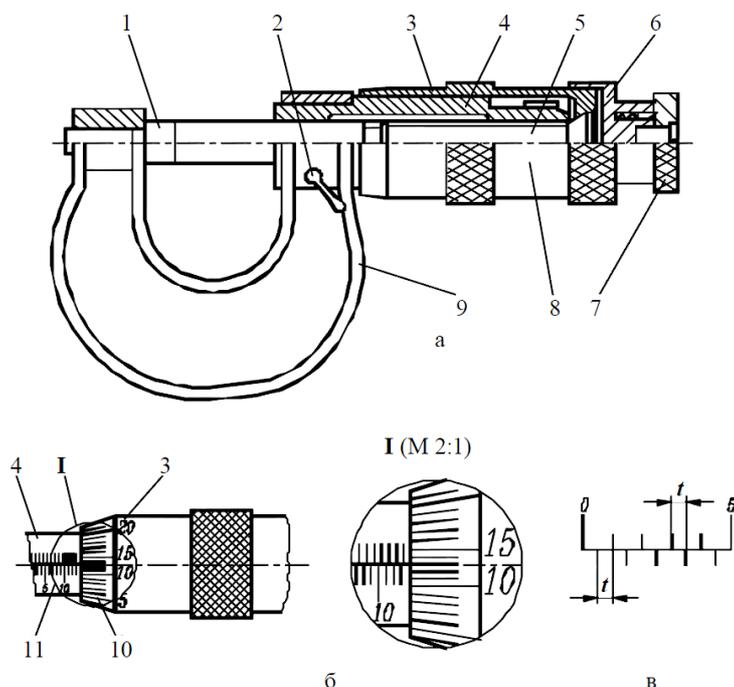


Рис. 10 Микрометр:

1 – пятка; 2 – стопорное устройство; 3 – барабан; 4 – стебель; 5 – микрометрический винт; 6 – установочный колпачок; 7 – трещоточное устройство; 8 – микрометрическая головка; 9 – скоба; 10,11 – шкалы микрометра.

В большинстве случаев у микрометрических инструментов, число делений на срезе барабана равно 50, тогда при $t = 0,5$ мм цена деления инструмента будет равна $0,01$ мм.

У всех микрометрических инструментов на стебле нанесены две миллиметровые шкалы, из которых одна расположена над продольной чертой стебля, а другая – под чертой (рис. 10, в). Верхняя шкала сдвинута относительно нижней на размер шага винта, т.е. на $0,5$ мм. Целое число миллиметров отсчитывается по основной шкале (с пронумерованными штрихами), а половины миллиметров – по вспомогательной. Доли же миллиметра устанавливаются по числу делений на барабане. Отсчет на рис. 10, б соответствует $13,63$ мм.

Измерение микрометром

При правильной установке микрометра нулевой штрих барабана совпадает с продольным отсчетным штрихом на стебле, а начальный штрих основной шкалы $0, 25$ мм и др. в зависимости от диапазона измерений виден полностью.

Если указанные штрихи не совпадают, то микрометр требуется перенастроить. Для этого у микрометра с диапазоном измерения $0 \dots 25$ мм вращают микровинт за трещотку, доводя измерительные плоскости пятки и микровинта до соприкосновения, и в таком положении стопорят микровинт. Если же необ-

ходимо установить микровинт с диапазоном измерений больше 25 мм, то между измерительными поверхностями пятки и микровинта зажимают соответствующий установочный калибр или концевую меру.

Дальнейшая настройка микровинтов осуществляется следующим образом. Поворачивая установочный колпачок 6 (см. рис. 10, а) не более чем на пол-оборота, освобождают барабан. После освобождения барабана разъединяют его с микровинтом. Для этого барабан сдвигают вдоль стебля до появления щелчка. Барабан поворачивают до совмещения его нулевого штриха с продольным отсчетным штрихом. После этого, придерживая барабан, закрепляют его установочным колпачком.

Перед началом измерений расстояние между измерительными поверхностями устанавливают так, чтобы оно было больше измеряемой величины. Установку следует вести путем вращения барабана в ту или другую сторону, не забыв отстопорить микровинт. В противном случае барабан провернется, и настройка микрометра будет нарушена.

При измерении микрометр устанавливают на изделие и, вращая микровинт за трещотку, зажимают изделие между измерительными поверхностями.

После того как трещотка прекратит проворачиваться, снимают показания.

3. Контроль поверочными инструментами

Деталь в процессе изготовления необходимо контролировать. Различают два основных вида контроля:

- при помощи поверочных инструментов;
- при помощи универсального измерительного инструмента.

К поверочным инструментам относятся поверочные линейки и плиты, угольники, шаблоны, щупы, различные калибры. В отличие от измерительных поверочные инструменты указывают только на отклонения в размерах и форме деталей, но не показывают значение этих отклонений.

Для контроля прямолинейности, плоскостности и взаимного расположения поверхностей применяют поверочные линейки и плиты.

Поверочные линейки выполняются двух основных типов: лекальные и линейки с широкими рабочими поверхностями.

Проверка прямолинейности поверхности деталей лекальными линейками производится, как правило, по способу «световой щели» («на просвет»). При этом лекальную линейку накладывают острой кромкой на проверяемую поверхность, а источник света помещают за деталью. Линейку держат строго вертикально на уровне глаз. Наблюдая за просветом между линейкой и поверхностью детали в разных местах по длине линейки, определяют степень прямолинейности поверхности: чем больше просвет, тем больше отклонение от прямолинейности.

Проверка прямолинейности и плоскостности линейками с широкими рабочими поверхностями выполняется обычно способом «пятен» — «на краску». При проверке «на краску» рабочую поверхность линейки покрывают тонким слоем краски (суриком, сажей), затем осторожно накладывают линейку на проверяемую поверхность и плавно, без нажима перемещают ее. После этого линейку также осторожно снимают и по расположению и количеству пятен краски на проверяемой поверхности судят о ее плоскостности. При хорошей плоскостности пятна краски располагаются равномерно по всей поверхности. Чем больше пятен на поверхности квадрата 25×25 мм, тем лучше плоскостность.

Поверочные плиты применяют главным образом для проверки больших поверхностей деталей способом «на краску», а также используют в качестве вспомогательных приспособлений при контроле деталей. Проверка плоскостности поверхностей деталей «на краску» при помощи поверочных плит производится так же, как и линейками с широкими рабочими поверхностями.

Для проверки сложных профилей поверхностей обрабатываемых деталей используют шаблоны. Они могут иметь самую разнообразную форму, которая зависит от формы контролируемой поверхности детали. Проверка производится уже известными способами: «на просвет» или «на краску». Более широкое применение получил первый способ. Проверка «на краску» обычно производится в том случае, если нельзя проверить «на просвет», например, при контроле выемок, глухих мест и т.д.

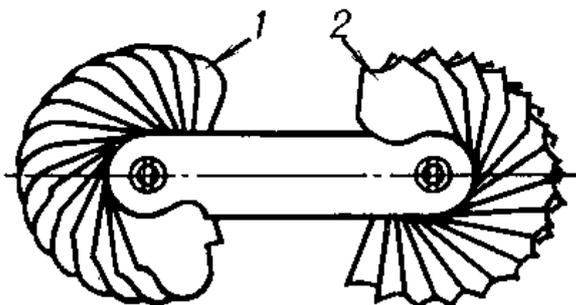


Рис.11 Набор радиусных шаблонов:
1 — выпуклых; 2 — вогнутых.

Радиусы выпуклых и вогнутых поверхностей от 1 до 25 мм проверяют радиусными шаблонами, которые комплектуются в наборы (рис. 11). Например, набор № 1 имеет девять выпуклых и девять вогнутых шаблонов с радиусами 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5 и 6 мм.

Размер радиуса закруглений контролируют «на просвет», совмещая профиль шаблона с проверяемым профилем.

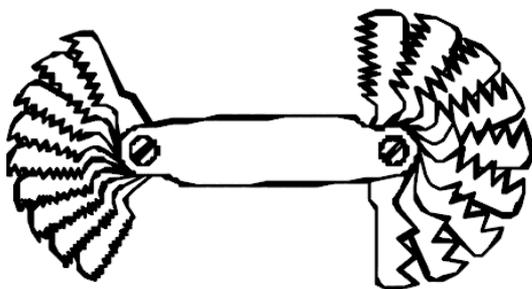


Рис. 12 Набор резьбовых шаблонов

С помощью резьбовых шаблонов проверяют профили резьб (рис. 12). Эти шаблоны комплектуются в два набора: для метрической резьбы с углом профиля 60° и для дюймовой резьбы с углом профиля 55°. На каждом шаблоне, входящем

в тот или другой набор, указывает-

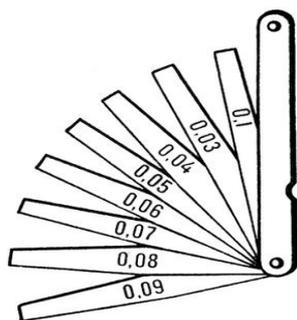


Рис. 13 Набор щупов

ся шаг резьбы.

Для проверки размеров зазоров между сопряженными поверхностями деталей используют щупы (рис. 13). Они представляют собой набор заключенных в обойму мерных стальных, точно обработанных пластинок, которые имеют толщину от 0,03 до 1 мм и длину 50, 100 или 200 мм.

Размер зазора проверяют, вводя в него поочередно пластинки различной толщины (одну или несколько штук одновременно). Размер зазора считается равным толщине пластинки или набора пластинок, плотно входящих в него.

Для выполнения операций технического контроля в условиях массового и крупносерийного производства широко используют контрольные инструменты в виде калибров. Калибры – это тела или устройства, предназначенные для проверки соответствия размеров изделий или их конфигурации установленным допускам.

Контроль состоит в сравнении размера изделия с калибром по вхождению или степени прилегания их поверхностей. Такое сравнение позволяет рассортировать изделия на годные (размер находится в пределах допуска) и бракованные с возможным исправлением или неисправимые.

Калибры делят на предельные и нормальные. Нормальный калибр (шаблон) применяется для проверки сложных профилей. Он имеет размеры, равные только номинальному размеру проверяемого элемента изделия. Такой калибр входит в проверяемую деталь с большей или меньшей степенью плотности.

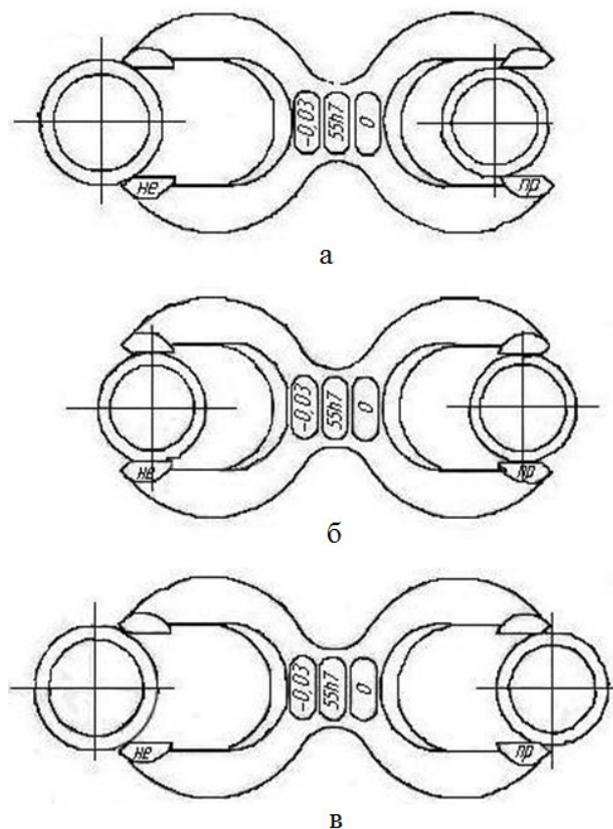


Рис.14 Контроль отверстия предельными калибрами:

а - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого; в – размер деталей больше допустимого наибольшего.

В настоящее время применяют в основном предельные калибры (рис. 14). Предельный калибр имеет проходную (ПП) и непроходную стороны (НЕ), т.е. верхнее и нижнее отклонение номинального размера, что позволяет контролировать размер в поле допуска. Предельные калибры применяются для измерения цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых поверхностей. При конструировании предельных калибров должен выполняться принцип Тейлора, согласно которому проходной калибр является прототипом сопрягаемой детали и контролирует размер по всей длине соединения с учетом погрешностей формы. Непроходной калибр должен контролировать только собственно размер детали и поэтому имеет малую длину для устранения влияния погрешностей формы.

Виды предельных калибров: калибр-скоба, калибр-пробка, резьбовой калибр-пробка, резьбовой калибр-кольцо и т. д.

Так для контроля размера отверстия $\varnothing 55H7(+0,030)$ используют калибр-пробку, на которой указывается маркировка 55 H7. На проходной стороне калибра наносится символ ПП – и нижнее предельное отклонение 0, а на непроходной, соответственно НЕ и верхнее предельное отклонение

+0,030. Проходной калибр-пробка изготовляют по наименьшему предельному размеру, а непроходной - по наибольшему предельному.

Для контроля вала размером $\varnothing 55h7$ (-0,03) используют калибры-скобы. Непроходную скобу изготавливают по наименьшему предельному размеру вала, а проходную - по наибольшему. Схема контроля отверстия и вала калибрами показана на рис. 15.

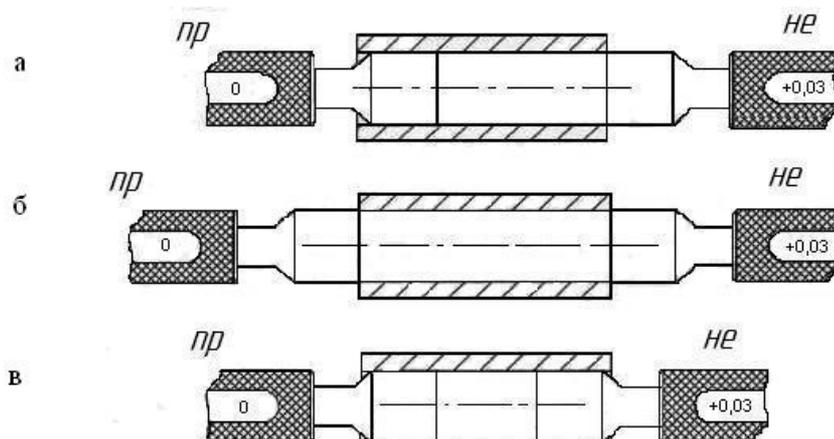


Рис.15 Контроль отверстия предельными калибрами:

а - детали годные; б – размер деталей меньше допустимого;

в – размер деталей больше допустимого наибольшего

Гладкие двухпредельные калибры-скобы, предназначенные для контроля валов с допусками по качеству 7 и выше, выпускаются трех основных типов: листовые двухсторонние (рис. 16, а); листовые (или штампованные) односторонние (рис. 16, б); односторонние со сменными губками (рис. 16, в). Регулируемые скобы для диаметров 0...340 мм (рис. 17) имеют неподвижные пятки 2, которые запрессованы в корпусе 1, и подвижные пятки 3, которые при установке на размер по концевым мерам длины перемещают винтами 4 и зажимают винтами 5.

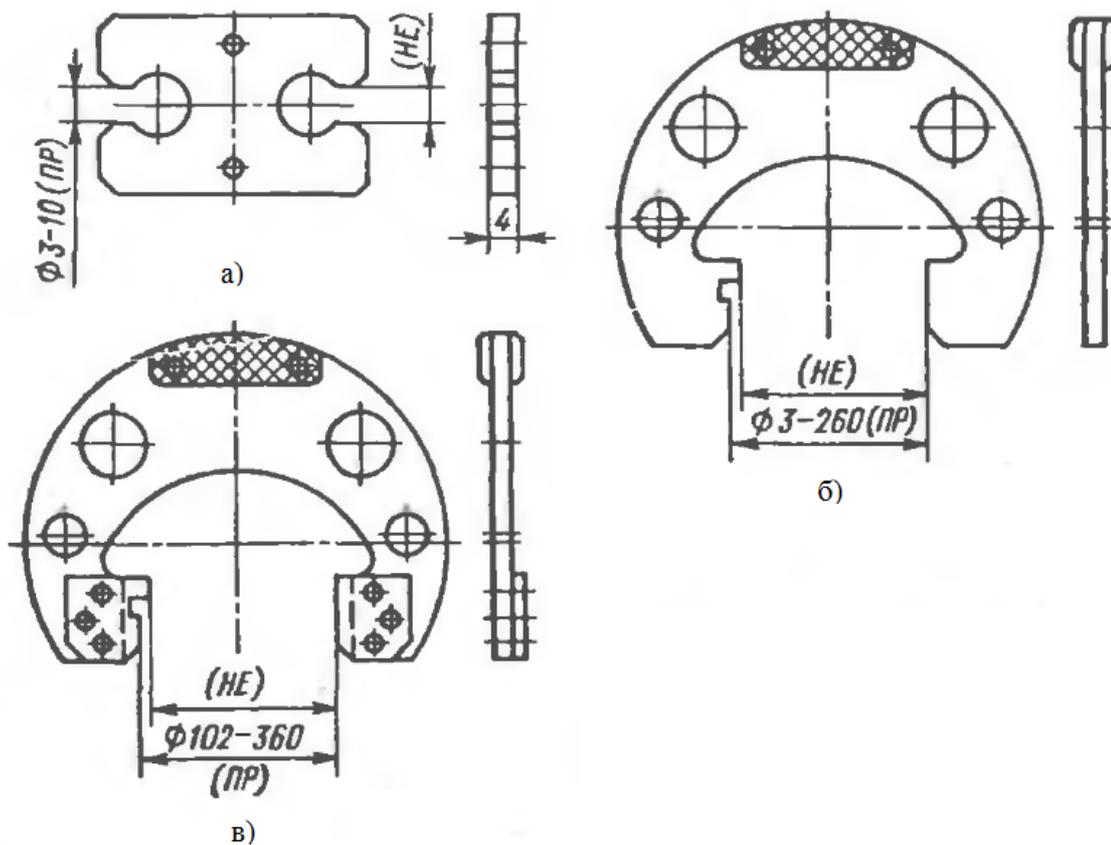


Рис. 16 Гладкие калибры-скобы:
а – двусторонний; *б* – односторонний; *в* – со сменными губками

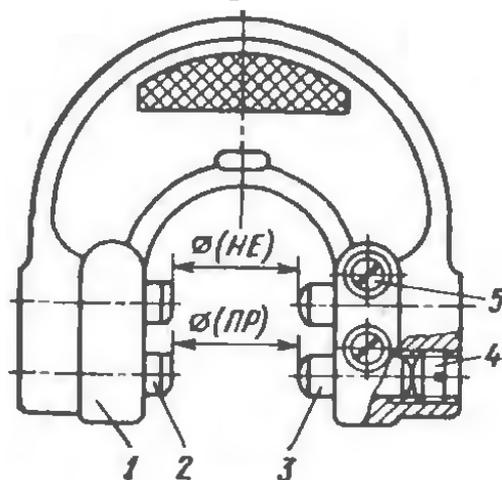


Рис. 17 Регулируемая скоба

Калибры для измерения линейных размеров
 Для контроля линейных размеров – длины, глубины и высоты уступов – применяются предельные листовые калибры. Калибры-скобы (рис. 18, а) предназначены для контроля длины изделий 10...500 мм. Длину отверстий контролируют листовыми пробками (рис. 18, б).

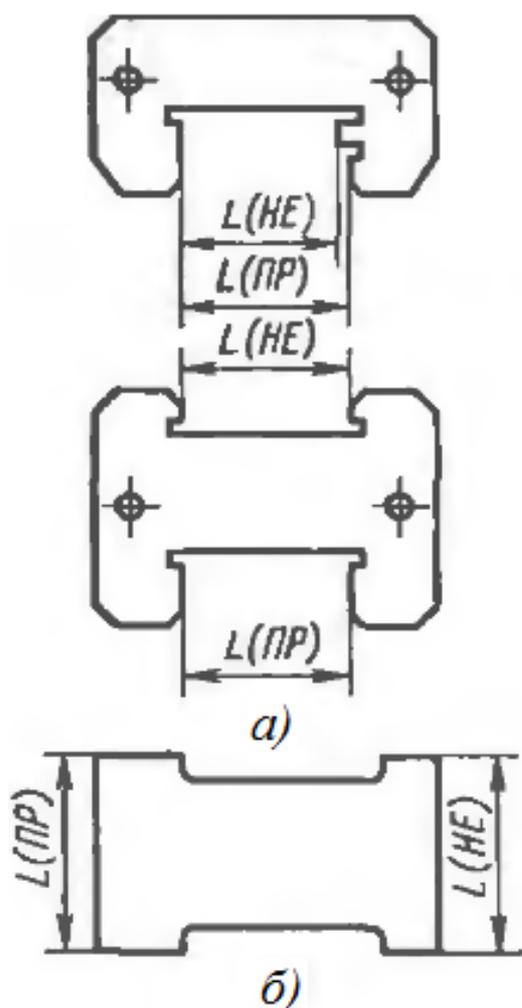


Рис. 18 Калибры длин:
а – скобы; б - пробка

Контроль при помощи калибров обеспечивает высокую производительность и высокую точность, не требует высокой квалификации оператора, не требует для каждого размера и каждого качества изготовления специального калибра. Этот контроль целесообразно применять в массовом и крупносерийном производстве.

В мелкосерийном и единичном производстве используется контроль при помощи универсального инструмента.

Контроль за точностью показаний самих измерительных инструментов (штангенциркулей, микрометров и т. д.) может осуществляться с помощью плоскопараллельных концевых мер длины. Плоскопараллельные концевые меры длины изготавливаются из легированной инструментальной стали в виде плиток прямоугольного сечения.

Противоположные стороны плиток служат измерительными плоскостями, а расстояние между ними — измерительным размером.

Плоскопараллельные концевые меры длины выпускаются промышленностью наборами (ГОСТом предусмотрен выпуск двадцати одного набора).

Все рассмотренные поверочные инструменты имеют очень точно обработанные рабочие поверхности и поэтому требуют осторожного и бережного обращения. Необходимо предохранять рабочие поверхности инструментов от коррозии и механических повреждений. Во время работы надо класть инструменты только на деревянные или другие нежесткие подставки. По окончании работы следует протирать их чистой ветошью или ватой и смазывать бескислотным вазелином. Хранят эти инструменты обычно в специальных футлярах.

4. Оборудование, применяемые приборы и инструмент

При выполнении работы используются:

- меры длины концевые плоскопараллельные (набор № 1 кл.1 ГОСТ 13762-80);
- штангенциркули с точностью отсчета 0,1; 0,05 мм;
- цифровой штангенциркуль;
- штангенрейсмас;
- штангенглубиномеры;
- калибры гладкие;
- калибры предельные;
- микрометр МДС-25MJ Mitutoyo;
- плиты поверочные 400×400 и 630×400 (ГОСТ 10905-75).

5. Порядок выполнения работы

5.1. Ознакомиться с устройством и приемами работы с измерительными инструментами.

5.2. Определить размеры детали, качества точности (с помощью справочника «Допуски и посадки»), начертить эскиз детали, проставить размеры, допуски, шероховатость и отклонения от формы и расположения поверхностей.

6. Контрольные вопросы

6.1. Какую роль играют плоскопараллельные концевые меры длины в измерениях?

6.2. В чем принципиальная разница между измерением и контролем размеров детали?

6.3. В чем разница между измерительными и поверочными инструментами?

6.4. Каковы устройства и виды штангенинструментов?

6.5. Перечислите основные методы измерений.

6.6. Для каких целей используют калибры?

7. Требования к содержанию отчета студента по лабораторной работе

Отчет должен включать:

- титульный лист, оформленный в соответствии с СТП ТПУ 2.3.05-2006 (Приложение А)
- цели выполнения лабораторной работы;
- используемые материалы, технические средства;

- основную часть: описание методик, используемых при проведении измерений;
- результаты измерений, расчетов, наблюдений;
- ответы на контрольные вопросы;
- эскиз детали с размерами, допусками на размеры, шероховатость поверхности, допусками на отклонение от формы и расположения поверхностей по п. 5.3;
- выводы.

Отчет сопровождается принципиальными, структурными схемами, таблицами с результатами вычислений и измерений, графиками, рисунками (по необходимости).

Список литературы

1. Кокарев А.С. Контроль и испытание электрических машин, агрегатов и приборов: Учеб. Пособие. - М.: Высш. школа, 1990. - 271с.: ил.
2. Воронин Ю.В., Рубцов А.А. Контроль измерительных приборов и специального инструмента. Уч. пособие. - Машиностроение, 1981. - 200с.:ил.
3. Краткий справочник конструктора: Справочник. -Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение. 1983. - 464с.:ил.
4. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. - 6-изд.; перераб. и дополн. -М.: Машиностроение, 1986. - 352с

